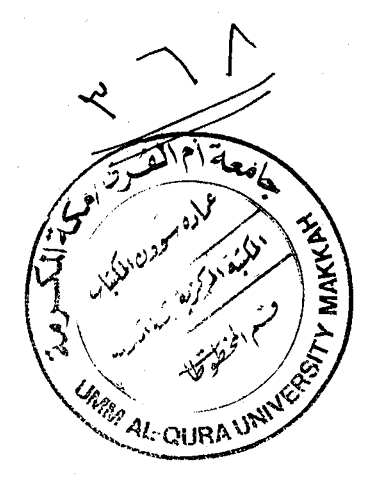




المملكة العربية السعودية
جامعة أم القرى
كلية العلوم التطبيقية والهندسية
قسم الفيزياء

بحث عن :

" تأثير هول "

اعداد

الطالب/
غرم الله عبدالله سعيد الغامدى

اشراف/
الدكتور/ عبد العزيز قطب

مقدمة كمادة " حلقة بحث (٤٩٢) "

العام الدراسى ١٤٠١/١٤٠٢هـ



" شكر وتقدير "

أتقدم بالشكر الجزيل والاعتراف بالجميل الى كل من أخى العزيز الذى وقف بجانبى لاكمال دراستى الجامعية .

والى استاذى الفاضل الدكتور / عبد العزيز قطب الذى ضحى بكثير من وقته رغم مشاغله الادارية ووقف بجانبى لانجاح هذا البحث كما لايفوتنى أن أتقدم بالشكر والتقدير الى اساتذة قسم الفيزياء والمهندسين والاداريين والفنيين لما لمسته منهم من اخلاص وتعاون فى شتى مجالات العلم ايمانا منهم بقول رسول الله صلى الله عليه وسلم " ان الله فى عون العبد مادام العبد فى عون أخيه " .

الفهـــــــــرس

صفحة

صفحة

" الفصـــــل الأول "

" الفصـــــل الاوُل "

مقدمـــة :

الحمد لله رب العالمين والصلاة والسلام على أشرف المرسلين سيدنا محمد صلــى الله عليه وسلم وبعد .

ان من أحد طرق دراسة مادة الفيزياء،الدراسة العملية لاثبـــات النظريات والقوانين العلمية.ولكى تكون التجارب ناجحة ومحققة للغـــرض منها ولكى تكون النتائج التى سنحصل عليها صحيحـــة يجب أن نراعـــى الدقة والتحليل واتباع التعليمات والارشادات والترتيب والتأنى فى التعميم حتى تتجمع الحقائق والادُلة الكافية.وتهدف التجارب العملية فى الفيزيـاء الى انهاء التفكير المنطقـى والاستنتاج عند الطلاب وتشجيعهم على اتباع الموضوعية والامانة العلمية وتنمية مهارات الملاحظة الحساسة والقياس الدقيق والتنظيم الواضح.كما تهدف دراسة الفيزياء الـى تقوية حوافز الطلاب فــى الاختبار والبحث والاستكشاف واستقصاء الحقائق .

ومن أحد وسائل الدراسة العملية اجراء بحث علمى تطبيقى لذلـك يتطلب من الطالب المتخصص فى دراسة الفيزياء أخذ مادة حلقة بحـــث من متطلبات القسم الاجبارية وقد تم اختيار هذا البحث من ضمن مجموعة حلقات البحث وهى دراسة ظاهرة تأثير هول Hall Effect .

ان ظاهرة تأثير هول للمواد المعدنية تثبت أنه عند مرور تيـــــار كهربى فى موصل فى وجود مجال مغناطيسى عمودى على اتجاه مـــرور التيار الكهربى فان الالكترونات الحرة الناقلة للشحنة تعانى قوة فـــى اتجاه عمودى على كل من اتجاه خطوط الحث واتجاه التيار وتبعا لقاعـدة

السيد اليسرى فان الالكترونات الحرة تعانى انحراف وبالتالى تكون الكثافة الالكترونية فى جهة معينة اكبر من الكثافة فى الجهة المقابلة وتبعا لهذا يتكون فرق للجهد بين الجهتين وبالتالى يوجد مجال كهربى والذى يولد قوة تؤثر على الالكترونات الحاملة للشحنة فى اتجاه عكسى للمجال الكهربى .

وظاهرة أثر هول أداة قيمة خاصة فى بحوث شبه الموصلات والمعادن حيث أنها وسيلة مباشرة لتقدير تركيز ناقلات الشحنة . ومن المعروف أن ظاهرة أثر هول هى من أحد التجارب المعملية التى يجريها الطلبة فى مختبر الجوامد على مادة الجرمانيوم ولقد تم اختبار هذه الظاهرة كنقطة بحث لعدة أسباب :-

(١) دراسة الظاهرة على معادن مختلفة بالاضافة الى مادةالجرمانيوم (شبه الموصلة) والمقارنة فيما بينهم بثابت هول وتركيز ناقلات الشحنة .

(٢) دراسة تأثير استخدام المجال الكهرومغنطيسى والمجال المغنطيسى الطبيعى على العينة ومعرفة فيما اذا كان كانت هناك أى فروق .

(٣) دراسة تأثير تغيير التيار المار فى العينة بثبوت المجال المغناطيسى للمعادن المختلفة .

(٤) دراسة تأثير تغيير المجال المغناطيسى على العينة وثبوت التيار المار فى الشريحة .

ونظرا لامكانيات معمل الأبحاث بقسم الفيزياء المحدودة فقد اقتصرت الدراسة على عينة الجرمانيوم ، والفضة ، والألمنيوم ، ولقد واجهتنا صعوبات ومشاكل كثيرة لتحقيق ما ذكر أعلاه ولكن والحمد لله تمكنا

من بناء وحدة معدنية تُثَبَّتُ عليها المعدن المراد دراسته ومن ثم تطبيق عليها المجال الكهرومغنطيسى أو المجال المغنطيسى الطبيعى ويمكن عمل ذلك لمعادن اخرى على نفس الوحدة ولكن لسوء الحظ النتائج المعملية التى تحصلنا عليها من هذه الوحدة لم تكن مرضية ونظرا لضيق الوقت لم نستمر فى الحصول على نتائج سليمة .

ولقد تم تقسيم هذا البحث الى أربعة فصول :

- الفصل الأول ويشمل المقدمة .
- الفصل الثانى ويشرح التعريف والنظرية لظاهرة أثر هول .
- الفصل الثالث ويشمل على طرق اجراء التجارب المعملية .
- الفصل الرابع ويشمل على النتائج التى تم الحصول عليها من التجارب العملية .

ورغم أن هذا البحث ماهو الا بداية لنقاط كثيرة قابلة للبحث نأمل أن نكون قد حققنا جزءا من الفائدة المطلوبة فى هذا البحث والله من وراء القصد والهادى الى سواء السبيل .

" الفصـــــل الثانــــــى "

بسم الله الرحمن الرحيم

" الفصــــل الثانى "

(١-٢) :- تعريف أثر هول Hall Effect:

اكتشف العالم هول Hall الظاهرة المسماة باسمه أثر هـــــول Hall Effect اثناء دراسته سريان التيار الكهربى فى موصــــل معدنـى بجامعة (هوب كنز الأمريكية Hope Kenz University وهذه الظاهرة تدل على انه اذا سلط مجال مغناطيسى على موصــــل يمر فيه تيار كهربى بحيث يكون المجال المغناطيسى عموديا على اتجــاه سريان التيار الكهربى فى الموصل كما هو موضح فى شكل (1-a) فـان فرقا فى الجهد يحدث خلال الموصل عموديا على اتجاه سريان التيـــار الكهربى والمجال المغناطيسى ويتناسب تناسبا طرديا مع التيار الكهربى المار فى الموصل وكثافة الفيض المغنطيسى المعترض للتيار ويسمى فــرق الجهد هذا بفرق جهد هول Hall Voltage .

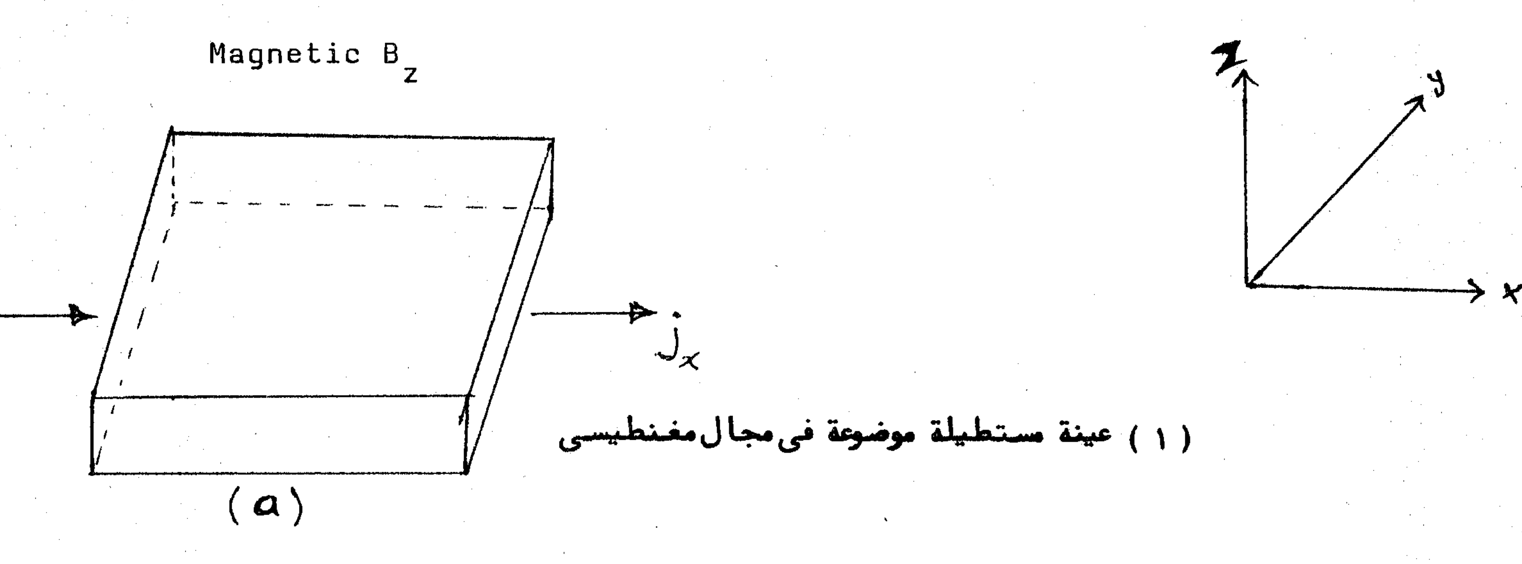
وجهد هول يظهر لأن الشحنات المتحركة المكونة للتيار تندفع نحو أحد الجانبين كما هو فى شكل (1-b) نتيجة لمرور التيار الكهربـــــى فى الاتجاه (x) وعندما نطبق المجال المغنطيسى : تتراكم الشحنات على احدى وجهى العينة حتى يصبح المجال الكهربى الملازم للشـــحنة المتراكمة من الكبر بحيث يكفى لالغاء القوة التى يبذلها المجـــــال المغناطيسى الناتج عن مرور التيار الكهربى كما فى شكل (1-c) والذى يظهر فيه أن الأيونات الموجبة تتراكم فى أحد أوجه العينة والالكترونات تتراكم فى الوجه المقابل .

وأثر هول دراسة قيمة خاصة فى بحوث شبه الموصلات اذ أنه فـــى بعض الظروف البسيطة يزودنا بوسيلة مباشرة لتقدير تركيز ناقلات الشحنة

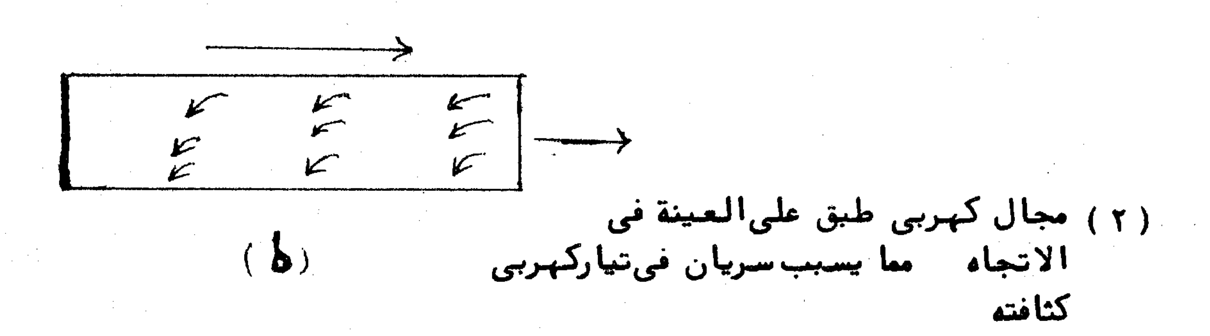
وكذلك يعطينا معلومات هامة عن تركيب المادة الموصلة سواء معدنية أو شبه موصلة وكذلك تعطى معلومات عن طبيعة عملية التوصيل .

ويفترض عادة عند حساب فرق جهد هول لأى شريحة ، أن تكون الشريحة المراد دراستها رقيقة جدا ومستوية استواء جيدا . وأخيرا يمكننا أن نصل الى التعريف العام لأثر هول :

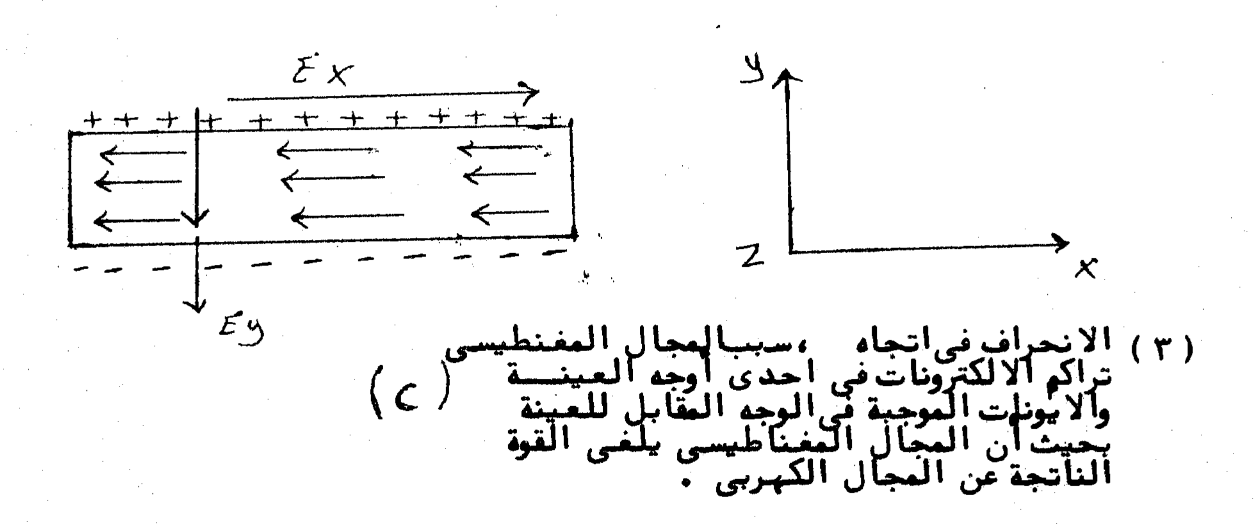
" هو المجال الكهربى العرضى لكل وحدة مجال مغناطيسى أو لكل وحدة كثافة تيار " .



(١) عينة مستطيلة موضوعة فى مجال مغنطيسى



(٢) مجال كهربى طبق على العينة فى
الاتجاه مما يسبب سريان فى تيار كهربى
كثافته



(٣) الانحراف فى اتجاه ، بسبب المجال المغنطيسى
تراكم الالكترونات فى احدى أوجه العينــــة
والايونات الموجبة فى الوجه المقابل للعينة
بحيث أن المجال المغناطيسى يلغى القوة
الناتجة عن المجال الكهربى .

شكــل (١)

(٢-٢) :- <u>نظريــة هـول</u> :

سوف نتطرق فى هـذا الجزء بعـد أن عرفنا فى الجزء الأول " أثر هـول " الى مايلــــى :

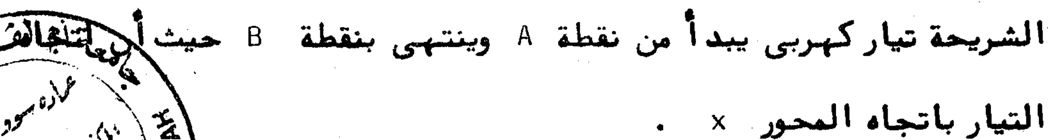
أ - جـهـد هـول

ب - ثابت هـول

حـ - ايجاد كثافة الالكترونات بواسـطة ثابت هـول

أ - جـهـد هـول : Hall Voltage

اذا كان لدينا شريحة معدنية رقيقة جدا من مادة موصلة كهربيــا كما فى شكل (2) سمكها d ومساحة مقطعـها a ويمر فى هـــذه



الشريحة تيار كهربى يبدأ من نقطة A وينتهى بنقطة B حيث أن اتجاه التيار باتجاه المحور x .



اثناء انتقال التيار فى الشريحة يكون شدته تساوى

$$J = J_x a \quad \ldots\ldots\ldots (1)$$

حيث أن J_x كثافة التيار

a مساحة المقطع للشريحة

من هـذه المعادلة يمكننا استنتاج كثافة التيار المار فى داخل الشريحة وهـو عبارة عن شدة اليتار مقسوما على مساحة المقطع a , $a = bt$

$$J_x = \frac{I}{a} = \frac{I}{bt}$$

حيث a عرض الشريحة ، t سمك الشريحة .

ولكننا نعرف أن التيار المار فى الشريحة عبارة عن انتقال الالكترونات الواقعة فى المدار الخارجى للذرة فى اتجاه معاكس للثقوب

حيث أن عدد الالكترونات التى تتحرك فى الاتجاه الموجب تساوى عدد الثقوب التى تتحرك فى الاتجاه السالب Holes .

ومن هذا نستنتج أن كثافة التيار الكهربى J_x عبارة عن مقدار الشحنة التى تمر خلال وحدة زمن خلال وحدة المساحات أو عدد الالكترونات الكلية التى تمر خلال وحدة مساحات لكل وحدة زمن ومن هذا يمكننا أن نلاحظ أن كثافة التيار تساوى

$$J_x = ne\,v_x \qquad ....(2)$$

حيث n عدد الالكترونات أو الايونات (الثقوب) المتحركة سواء سالبة أو موجبة

e شحنة الالكترونات

v_x سرعة الالكترون فى الاتجاه

ولما كانت حركة الالكترونات معاكسة لاتجاه المجال الكهربى فاننا نرى أن المجال الكهربى يسرى فى الاتجاه x وبهذه الحالة يستمر سريان التيار J_x فى الشريحة الموصلة .

من المعروف أن الالكترونات فى حالة سريان عند وجود التيار الكهربى لذا فكر هول فى تطبيق مجال مغناطيسى فى اتجاه عمودى على مستوى الشريحة أى فى اتجاه z . (فى اتجاه عمودى على اتجاه انتقال التيار) ودرس هول تأثير هذا المجال المغنطيسى العمودى على اتجاه حركة الايونات فاستنتج انه ينشأ عن ذلك قوة فى اتجاه y تسمى قوة لورنتز Lorntz Force بحيث أن هذه القوة تساوى

$$F = e\,v_x\,B = ev_x\,H \qquad ......(3)$$

حيث أن e شحنة الالكترون

v_x سرعة الالكترون

B الفيض المغناطيسى

وحيث أن $B = uH$

u السماحية المغناطيسية = 4×10^{-7}

H شدة المجال المغناطيسى

وهذا يعنى أنه اذا تحرك الكترون خلال موصل وسلط على سريان أو حركة الالكترون مجال مغناطيسى فان هناك قوة مستعرضة فى الموصل تميل الى دفع الالكترون باتجاه معين فى الموصل وهذه القوة لن تستمر طويلا حيث أن بعض الالكترونات يعبر سطح الموصل ويبقى هناك أما الايونات الموجبة فينحرف جزء منها فى الاتجاه y كما فى شكل (2) وتتجمع الالكترونات السالبة الى أعلى باتجاه y والايونات الموجبة أسفل اتجاه y مولدة فرق فى الجهد يسمى جهد هول V_H ويعرف بأنه القوة الدافعة لاثر هول .

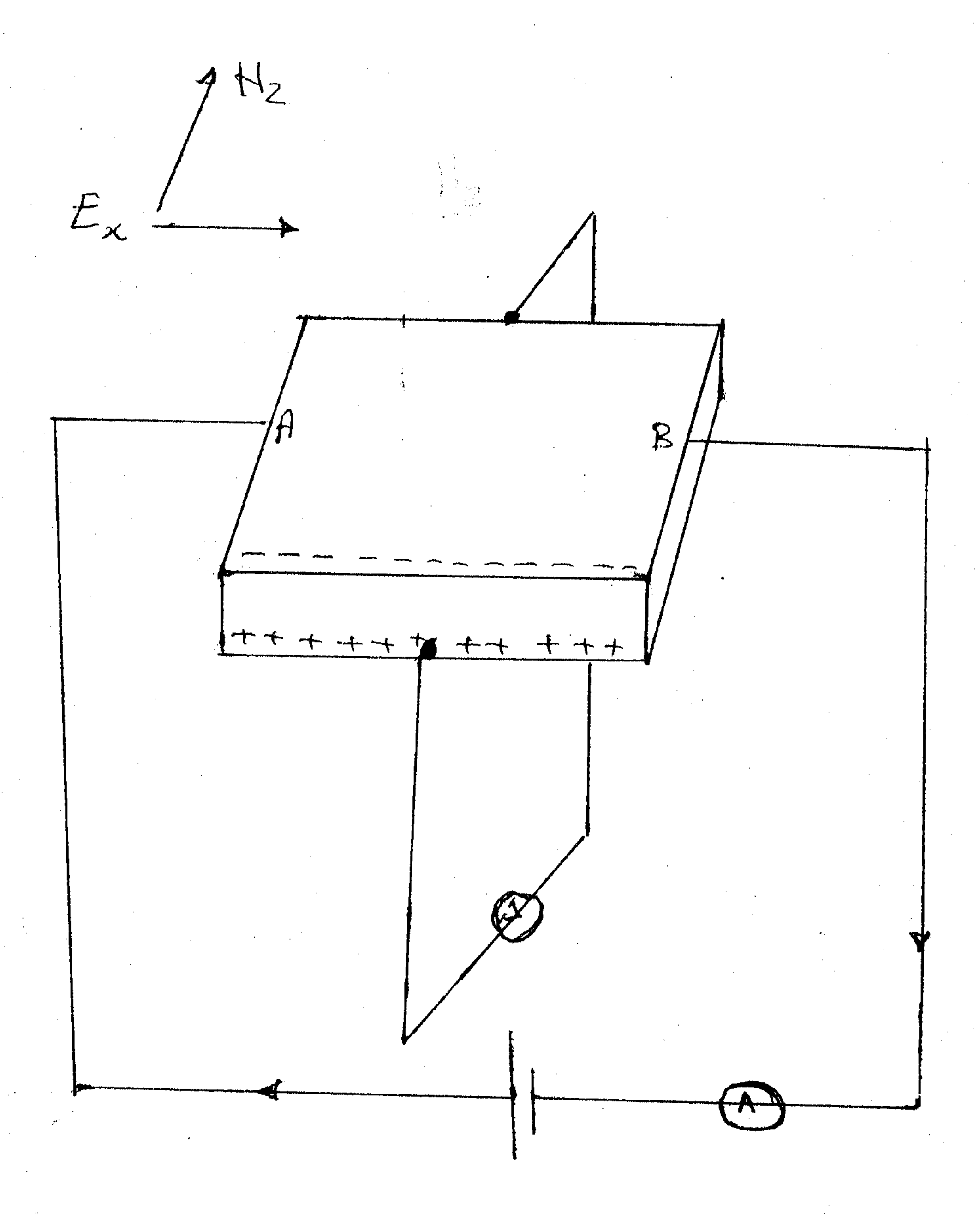
وهذا يولد مجال كهربى E_y حسب العلاقة

$$E_y = \frac{V_H}{b} \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots(4)$$

حيث b عرض الصفيحة الموصلة

ولحصول جهد هول عمليا وأن هذا الجهد صغير جدا بحيث لايمكن ملاحظته بأجهزة الجهد العادية voltmeter لذا يتطلب استخدام الجلفانومتر القذفى Ballastic Galvanometer فاذا عرف الانحراف الذى يسجله الجلفانومتر القذفى وليكن θ ومقاومة الجلفانومتر R وحساسية الجلفانومتر K فان جهد هول يعطى حسب العلاقة

$$V_H = \frac{\theta}{K} R \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots(5)$$



شكل (2) : يمثل فرق الجهد (جهد هول) المتولد في الشريحة

ب ـ ثابت هـول :

بعد تطبيق المجال المغنطيسى تؤثر على الالكترونات قـــــوة كهربيـة اضافية وفى هـذه الحالة تكون القوة (قوة لورنتز) تساوى

$$F = e E_y \quad \ldots\ldots \quad (6)$$

وبالتعويض عن قيمة F من معادلة (3) نجد أن

$$eE_y = e\, v_x\, uH$$

بحذف e من طرفى المعادلة

$$E_y = v_x\, uH$$

وحيث أن

$$B = uH$$

$$\therefore \quad E_y = v_x\, B$$

ومن المعادلة (2) نلاحظ أن سرعة الالكترون v_x تساوى كثافـة التيار مقسومة على عدد الالكترونات فى شحنة الالكترون

$$v_x = \frac{J_x}{ne} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (7)$$

وبالتعويض عن السرعة فيالمعادلة (6) وكذلك بالتعويض عـن B نجد أن

$$E_y = \frac{J_x}{ne} B$$

$$\frac{E_y}{J_x B} = \frac{1}{ne} R_H \quad \ldots\ldots \quad (8)$$

وهـذا مايسمى بثابت هـول R_H

من المعادلة (8) تحصلنا على أن ثابت هول :

$$R_H = \frac{E_y}{J_x B}$$

ولكن من المعادلة (4) نحصل على :

$$E_y = \frac{V_H}{b}$$

حيث b عرض الشريحة

وكذلك نحصل من المعادلة (1) أن

$$J_x = \frac{I}{bt}$$

بتعويض قيمة المعادلتين (4) ، (1) فى المعادلة (8) نحصل على

$$R_H = \frac{V_H t}{IB}$$

حيث V_H جهد هول بالفولت v. volt

t سمك الشريحة (بالمتر) m

I التيار المار فى الشريحة Amp

كثافة الفيض المغنطيسى Tesla (T)

ملاحـــظة :

$$1 \text{ Gauss} = 10^{-4} \text{ Tesla} , \quad \text{Tesla} = \frac{\text{weber}}{m^2 \; u} = \frac{v.s}{m^2}$$

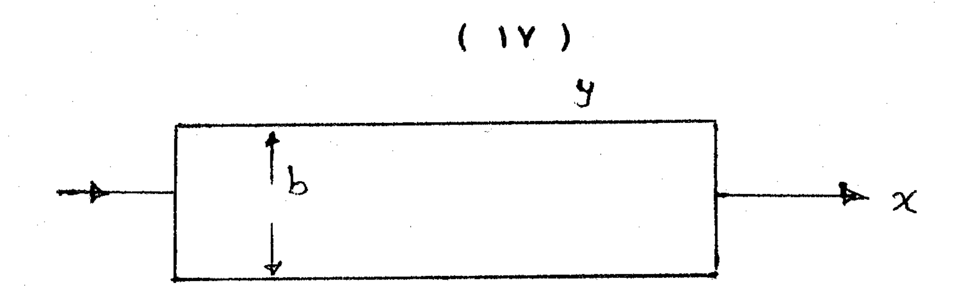
ثابت هول ووحداته $\frac{m^3}{c}$ R_H

c كولوم

m متر

حـ ـ كثافة الالكترونات:

عند مرور تيار فى موصل فى وجود مجال مغنطيسى عمودى على اتجاه التيار فان الالكترونات الحرة الحاملة للشحنة تعانى قوة فى اتجاه عمودى على كل من اتجاه خطوط الحث واتجاه التيار وتبعا لقاعدة اليد اليسرى وتبعا للشكل (2-b) فان الالكترونات تعانى قوة نحو y وبالتالـى تكون الكثافة الشحنية عند y أكبر منها عند x .



وتبعا لهذا يوجد فرق جهد v بين النقطتين x,y وبالتالى يوجد مجال كهربى شدته $\frac{V}{b}$ حيث b هى عرض الشريحة وهذا المجـــال الكهربى يولد قوة تؤثر على الالكترونات الحاملة للشحنة فى اتجاه عكســى للمجال الكهربى . ولو رمزنا للحث المغناطيسى بالرمز B ولشـــحنة الالكترون بالرمز e ولسرعتها بالرمز v فان

القوة المغناطيسية $F_m = Bev$

القوة الكهربائية $F_E = \frac{V}{b} e$

وعند الاتزان تساوى القوتين فان

$$Bev = \frac{V}{d} e$$

$$\therefore \quad v = \frac{V}{Bb}$$

واذا افترضنا أن هناك n من الالكترونات الحرة فى وحدة الحجوم فـــان

$$I = AneV$$

حيث A هو مساحة مقطع الشريحة ، I هوا لتيار المار فيها واذا كان سمك الشريحة t فان

$$A = t$$

$$\therefore \quad I = t\ b\ nev$$

$$= \frac{t\ Vne}{B}$$

$$n = \frac{B\ I}{tve}$$

ومن هذه المعادلة نستطيع حساب كثافة الالكترونات اذا علم

الفيض المغناطيسى = B

سمك الشريحة = t

التيار المار فى الشريحة I

الجهد لهول V

شحنة الالكترون e

" الفصـــــل الثالث "

" الفصـــــل الثالث "

التجارب المعملية

تمهـــيد :

نظرا لما لاثر هول من أهمية كبرى فى دراسة خواص المواد الموصلة والمـواد شبه الموصلة فاننا بحول الله تعالى تمكنا من اجراء تجـــارب مختلفة تحت ظروف وعوامل مختلفة حيث تم مايلى :

أ ـ دراسة تأثير التيار المار فى الشريحة على جهد هول مع ثبــات الفيض المغنطيسى على الشريحة .

ب ـ دراسة تأثير تغير قيمة الفيض المغنطيسى على جهد هول مــع ثبات التيار المار على الشريحة .

حـ ـ مقارنة بين تأثير المغنطيسى الكهربى والمغنطيسى الطبيعى .

ولقد تمت الدراسة على الشرائح التالية :

أولا : شريحة الجرمانيوم

ثانيا : شريحة الفضـــة

ثالثا : شريحة الالمنيوم تحت ظروف مختلفة حسب الامكانيات .

وفيما يلى وصف كامل عن الجهاز المستخدم للشريحة والادوات والاجهزة المستخدمة وكذلك الدائرة الكهربية المستخدمة مدعمة بالصور الفوتوغرافية .

أولا : شريحة الجرمانيوم :

شريحة الجرمانيوم التى استخدمت فى هذا البحث تحصلنا عليها من شركة Griffin and George كما هى فى شكل (3) .

وحيث أن مادة الجرمانيوم شبه موصلة ونوع المادة من n-type ونظرا لتركيبها كما هو موضح فى الصورة فاننا حاولنا وضعها فى مجال مغناطيسى كهربى ولم نستطيع حيث قد صممت لوضع مجال مغناطيسى طبيعى عليهـا

لذلك اقتصر الدراسة عليها باستخدام المجال المغناطيسي الطبيعي فقط .

والمغناطيسى الطبيعى المستخدم على شكل حدوة الفرس قيمه B له $B = 62 \times 10^{-3} T$. من انتاج شركة Cenco .

الأجهزة والأدوات المستخدمة :

الشكل رقم (4) يمثل رسم تخطيطى للدائرة المستخدمة وتتكون من الأجهزة التالية :

(١) مصدر للتيار المار فى الشريحة Power supply ويعطى أقصى تيار قيمته 8 Amps لذلك وضعنا مقاومة متغيرة مقدارها 10^4 ohms للحصول على تيارات ضعيفة لأن شريحة الجرمانيوم لاتتحمل أكثر من 30 mA ولذلك يجب عند امرار تيار فى الشريحة أن تكون قيمة التيار حوالى 0.2 —— 5 mA

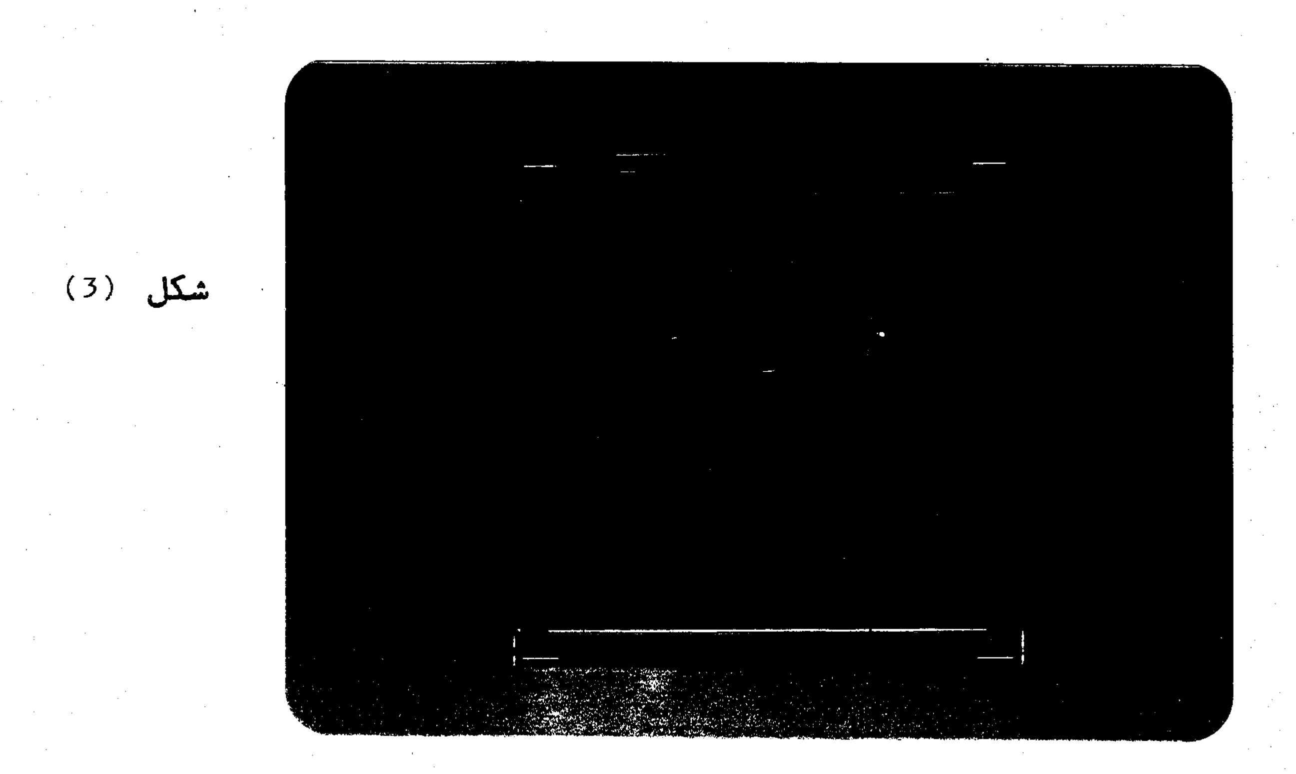
(٢) مقاومة متغيرة قيمتها 10 K ohms

(٣) جلفانومتر قذفى حساسيته 24 mm/uA ومقاومته 14 ohms حيث تؤخذ القراءة عند x = 0.1 أو عند x=1 حتى تظهر واضحة .

(٤) مغناطيس طبيعى على شكل حدوة الفرس فيضه $B = 62 \times 10^{-3} T$

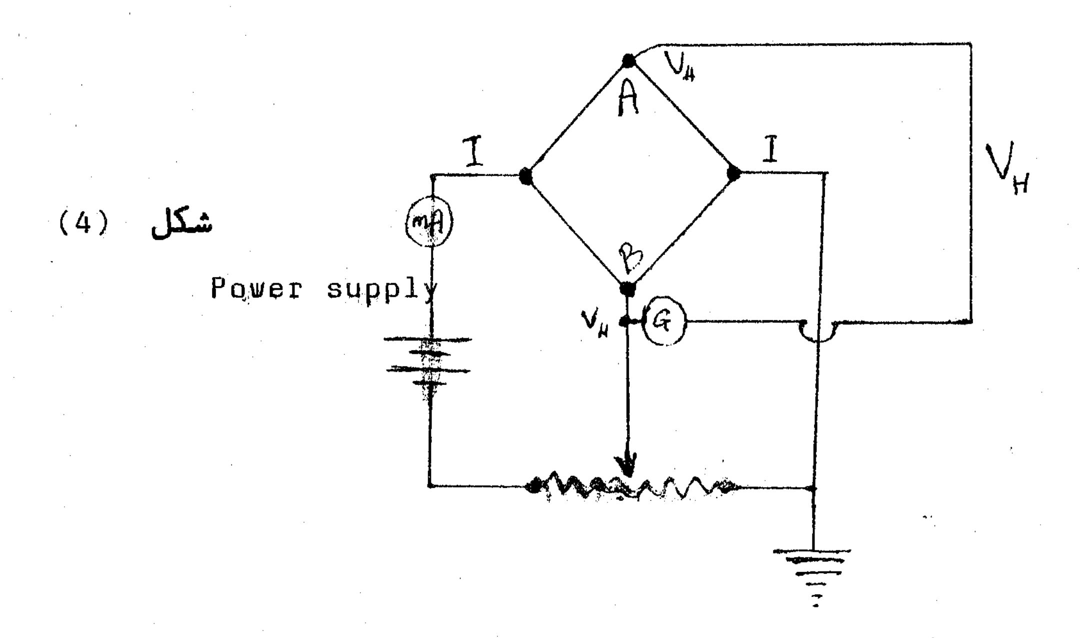
(٥) أسلاك توصيل مقاومتها ضعيفة جدا .

شكل (3)



وحدة شريحـــة الجرمانيوم

شكل (4)



رسم تخطيطي لدائرة شريحة الجرمانيوم (A-type Ge)

خطوات العمل :

بعد وصل الدائرة كما في شكل (4) نختار المدى الاقل حساسية في الجلفانومتر ونضبط البقعة في منتصف المدى (منتصف التدريج) ثم نعد نفس الخطوات للمدى التالي ونعمل التعديلات اللازمة ثم نختار المدى الحساس x=1 للجلفانومتر القذفي ونقرب القطب الشمالي للمغناطيس على الشريحة ونلاحظ الانحراف (دون أن يلامسها) نعد الخطوة السابقة عند مرور تيارات مختلفة ولتكن قيمتها 0.1 —— 1.0 mA ونلاحظ الانحراف عند كل قيمة للتيار .

بمعرفة حساسية الجلفانومتر للتيار ومقاومته يمكن حساب الجهد الناتج عن تأثير هول عند مرور التيار للقيم المختلفة . ونظرا لعدم امكانية ادخال الوحدة المركبة داخل الملف الكهربي لتطبيق المجال الكهرومغنطيسي اقتصرت الدراسة على تطبيق المجال المغناطيسي الطبيعي فقط على شريحة الجرمانيوم والنتائج التي تم الحصول عليها قدمت في الفصل الثاني .

ثانيا : **شريحة الفضـــة** :

شريحة الفضـة التى استخدمت فى هذا البحث تحصلنا عليها مـن شركة Leybold رقم 58681 Br 2 كما هو فى شكل (5) , حيث سمك الشريحة 1.94×10^{-5} m وطولها 0.08 m وعرضهـا 0.02 m ويجب أن توضع مشدودة لذلك زود الجهاز بمسامير لابقائهـا مشدودة وحيث أن مادة الفضة من المعادن الموصلة للتيار الكهربـى وقد صمم الجهاز على أن لايستخدم الا فى حالة المغناطيس الكهربـى فقط لذلك تعذر علينا استخدام المغناطيس الطبيعى على شريحة الفضة والمغناطيس الكهربى المستخدم فى هذه الدراسة يتكون من 2 x 4900 لفة وسمك السلك المستخدم 24 S.w. ومقاومته 126 ohms ويتحمل تيار من 1.1 ـــ 0.75 أمبير ويجب مراعاة توصيله كما فى شكل (7) واذا لم يكن التوصيل عليه جيد فانه يحدث تفريغ فى المجال الكهربى ولا يحدث هناك أى قراءة لفرق الجهد الناتج عن أثر هول فى شريحة الفضـة أو أى شريحة أخرى وقد أوردنا صورة فوتوغرافية لتوصيل المغناطيـــس الكهربـى شكل (8) .

الأجهزة والأدوات المستخدمة :

الشكل رقم (6) يمثل رسم تخطيطى للدائرة المستخدمة وتتكون ممايلى :

(١) وحدة شريحة الفضة متصلة بثلاثة اسلاك موضوعة على الشريحـة منها سلكين موضوعين على طرف الشق الذى على شكل حرف ومتصلين بطرف المقاومة المتغيرة حيث أن الوسط للمقاومة متصل بالجلفانومتر والسلك الثالث مقابلهما وفى المنتصف من الجهة الثانية من الشريحة (أى فـى منتصف الشق ٧ فى منتصف السلكين) ومتصل بالجلفانومـتر القذفى كما هو واضح فى شكل رقم (5) .

(٢) مصدر للتيار الكهربى : متصل بالشريحة على التوالى ويجب عند دراسة أثر هول أن يوضع على الشريحة من 5 - 25 Amp.

أما الجهاز الذى استخدم محول للتيار الكهربى حيث أخذنا ما مقداره من 5 - 15 Amp. كما هو موضح فى الشكل (9) واسم المحـــــول Low Tension Power Supply ويعطى تيار مقداره 1 - 15 Amps

(٣) مقاومتين متغيرتين موصلتين على التوازى قيمة كل منهما 1,7 ohms للتحكم فى قيمة التيار المار فى الشريحة .

(٤) جلفانومتر قذفى مقاومته 14 ohms وحساسيته 24 mm/ uA وتؤخذ القراءة عليه عند الحساسية x=1

(٥) مغناطيس كهربى عدد لفاته 4900 x 2 ومقاومته مـــن 0 — 126 ohms وعرض السلك الموضوع فيه 24 S.W. وشدة الفيـــض المغناطيسى له متغير معتمدا على قيمة التيار المار فى الملف .

(٦) عدد ٢ مقياس للتيار الكهربى احدهما لقياس شدة التيار على شريحة الفضة وتدريجه من 1 —30 Amp. والآخر لقياس شدة التيار على المغناطيس الكهربى وتدريجه 0 - 1 Amp.

(٧) مفتاح عاكس يعكس اتجاه التيار .

ملحوظة :

(١) دائرة التيار على الشريحة مع المغناطيس الكهربى موضحة فى شكل (9) .

(٢) دائرة تيار المغناطيس الكهربى موضحة فى الصورة الفوتوغرافية شكل رقم (8) .

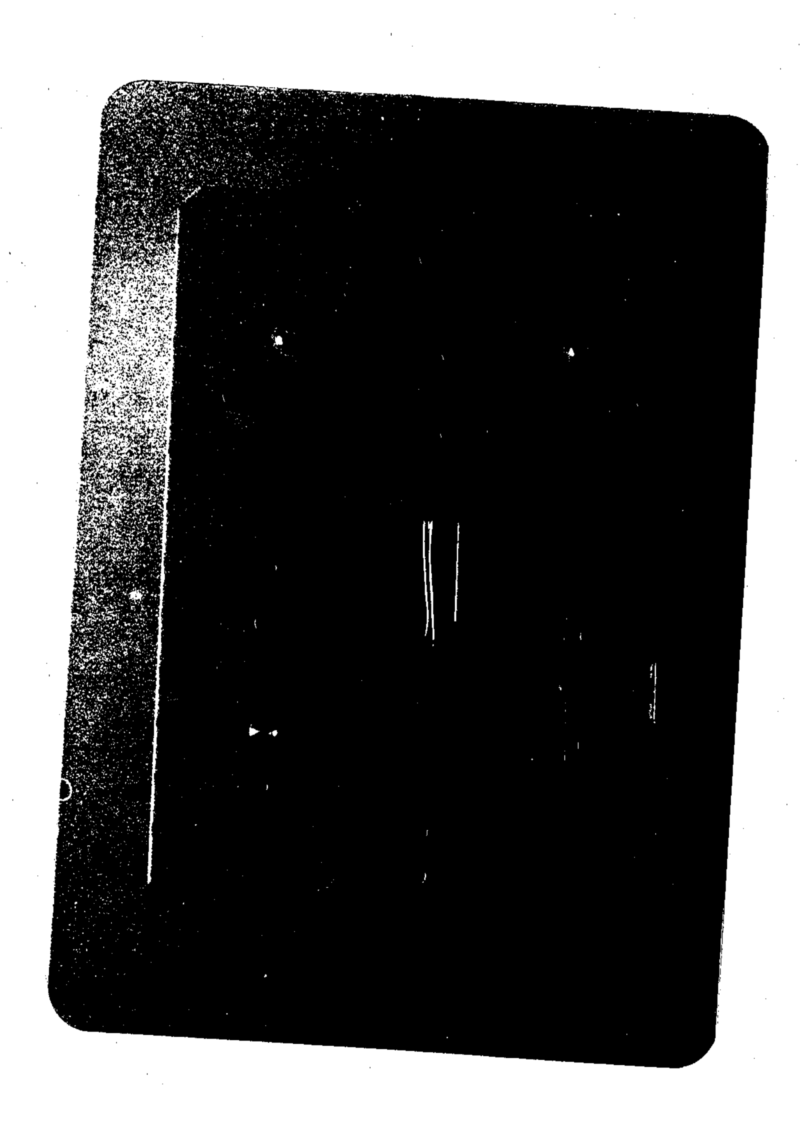
خطوات عمل التجربة :

نصل التجربة كما فى شكل (6) وشكل (7) ثم نصل الجلفانومتر بالمنبع فتظهر البقعة المضيئة على التدريج نضع التدريج على short ونضبط البقعة على الصفر ثم نحول الحساسية على x=1 . نمرر تيار كهربى خلال العينة ولتكن شدته 5 Amps. بالاستعانة بالمقاومات B الموصلة على التوازى وفرق الجهد المأخوذ من مصدر الجهد الكهربى المستمر المستخدم . عند مرور تيار فى الشريحة تتحرك البقعة المضيئة لذا نحاول اعادتها الى الصفر فى التدريج وذلك بواسطة المقاومة A الموضوعة فى وحدة شريحة الفضة . نمرر تيار كهربى مناسبا فى المغناطيس الكهربى ونسجل شدته ثم نثبت هذا التيار الممغنط خلال أخذ القراءات وليكن فى حدود 0.3 Amp. ونحصل على قيمة الفيض المغناطيسى B بواسطة المفتاح العاكس . ثم نسجل قراءة الجلفانومتر فى الاتجاه الآخر عدة مرات ونحصل على متوسط الانحراف .

لايجاد جهد هول V_H من النتائج التى حصلنا عليها نعوض فى المعادلة التالية :

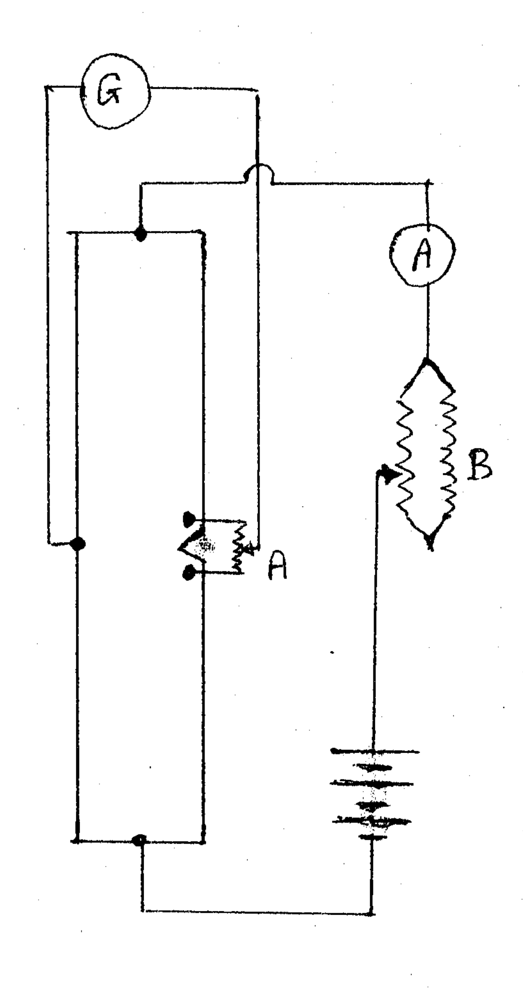
$$V_H = \frac{\text{متوسط الانحراف}}{\text{حساسية الجلفانومتر}} \times \text{مقاومة الجلفانومتر}$$

$$V_H = \frac{\theta}{K} \times R$$

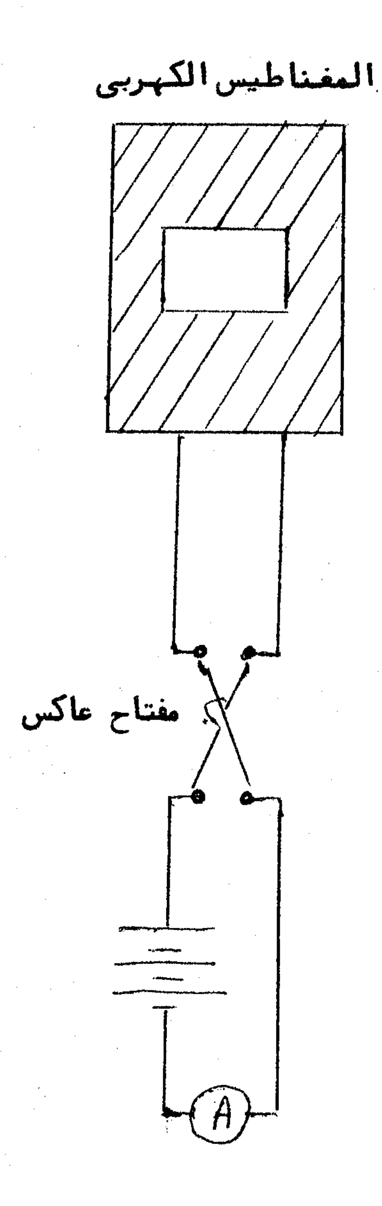


شكل رقم (5) : وحدة شريحة الفضة ويظهر عليها الشق
على شكل V والاسلاك المتصلة به .

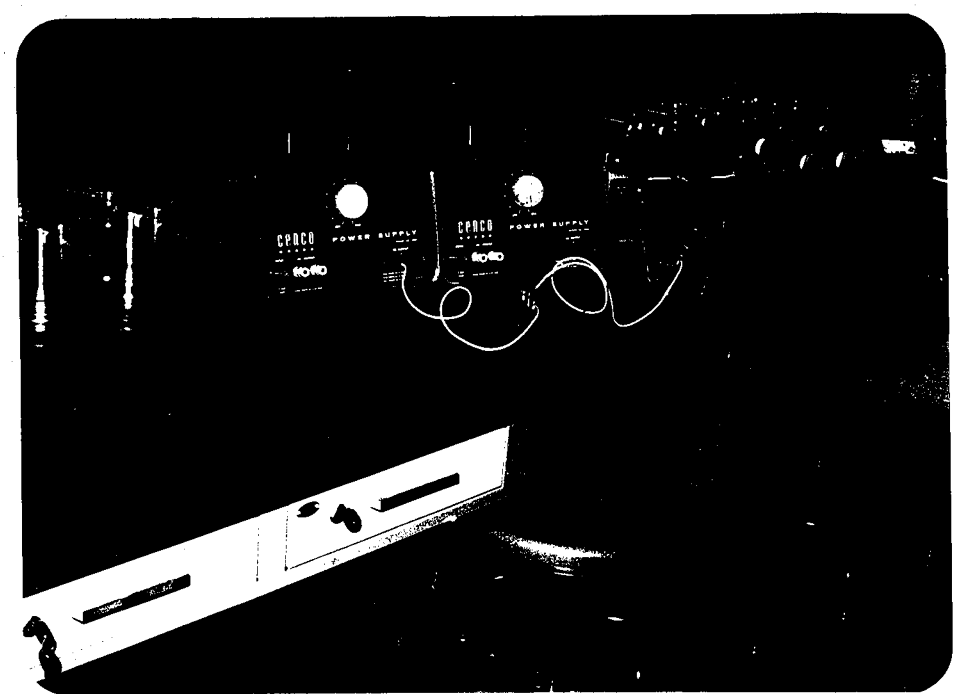
دائرة الشريحة



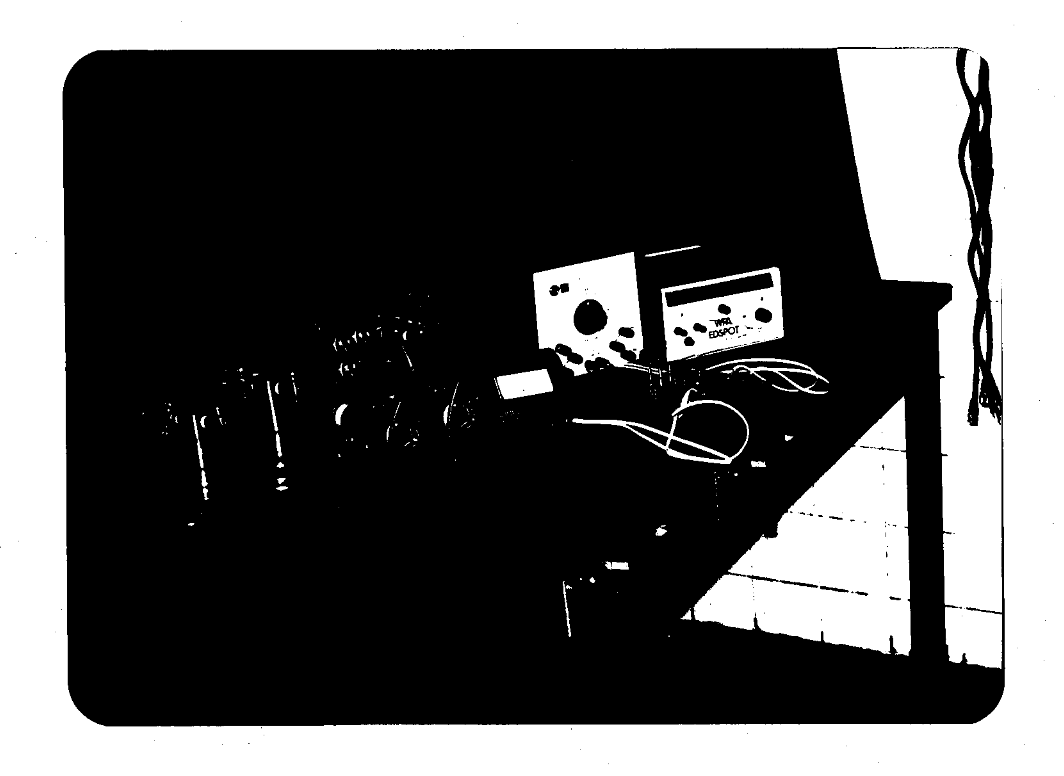
شكل رقم (6)



شكل رقم (7)



شكل رقم (8): هذا الشكل يظهر فيه دائرة المغناطيس الكهربى فقط



-شكل رقم (9) : دائرة المغناطيس الكهربى والدائرة الكهربية للشريحة .

ثالثا : شريحة الألمنيوم :

وتنقسم الي قسمين :

أولا : شريحة الألمنيوم على شكل مستطيل كما فى شكل (10)

ثانيا : شريحة الألمنيوم ذ و الثلاثة الأطراف كمافى شكل (11)

أولا : شريحة الألمنيوم على شكل مستطيل

نظرا لأننا نريد دراسة أثر هول بواسطة مغناطيس طبيعي الى جانب دراسته بالمجال المغناطيسى الكهربى لذلك عمدنا الى عمل وحدة مشابهة وحدة شريحة الفضة ولكننا أبقينا فتحة فى الجزء القريب من شريحة الألمنيوم وذلك لدخول المغناطيس الطبيعى وخروجه كما فى الصورة الفوتوغرافية رقم (10) والوحدة عبارة عن هيكل من معدن الالمنيوم وبه عدة ثقوب لتوصيلات الكهربية كما يوجد به فتحة بعرض 0.038 m وطول 0.09 m لوضع شريحة رقيقة من الالمنيوم فيها ويوجد فى طرفى الفتحة مسامير لشد الشريحة بحيث تبقى مشدودة ومستوية المغناطيس الطبيعى المستخدم فيضه يساوى $B = 62 \times 10^{-3}$ T والمغناطيس الكهربى هو نفس المغناطيس الكهربى المستخدم فى شريحة الفضة والموضحة دائرته فى الصورة الفوتوغرافية رقم (9) والموضح دائرته فى الشكل رقم (6) .

الأجهزة والأدوات المستخدمة :

(١) الشكل رقم (5) يمثل الدائرة المستخدمة فى شريحة الألمنيوم ويتركب من :

أ ـ الوحدة الموضوع به شريحة الألمنيوم ومتصل به مقاومة متغيرة ذ و ثلاث اطراف والشريحة موضوعة بحيث تكون مستوية ومشدود وعليها ثلاثة اسلاك اثنان منها موضوعين فى ثقب على حرف V ومتصلين

بطرفى المقاومة المتغيرة بحيث يتصل الطرف الثالث من المقاومة بطرف الجلفانومتر أما السلك الثالث الموضوع على الشريحة فانه متصل بالطرف الثانى للجلفانومتر القذفى ويجب أن ينصف الفتحة V التى متصل بها السلكين ويوازيهما تماما حتى نحصل على اتزان فى فرق الجهد على الشريحة فى الجلفانومتر القذفى .

ب ـ مغناطيس طبيعى أو كهربى .

حـ ـ جلفانومتر قذفى مقاومته 14 ohms وحساسيته 24 mm/uA

د ـ مصدر للتيار الكهربى متصل بوحدة الشريحة على التوالى ويجب عند دراسة أثر هول أن يكون التيار المار فى الشريحة من 5 - 25 Amps

أما الجهاز الذى استخدم فهو محول تيار متردد إلى مستمر ويعطى ما مقداره 15 Amps كما هو موضح شكل الجهاز فى شكل رقم واسمه Low Tension Power Supply

هـ ـ مقاومتين متغيرتين موصلتين على التوازى قيمة كل واحدة منها لتحكم فى شدة التيار المار فى الشريحة .

و ـ مقياس للتيار عدد (٢) .

١- يقيس من 1 - 30 Amps. ويوضع فى دائرة الشريحة .

٢- يقيس من 0 - 1.0 Amps ويوضع فى دائرة المغناطيس الكهربى .

ز ـ مفتاح عاكس يعكس اتجاه التيار .

<u>خطوات عمل التجربة :</u>

نتبع نفس الخطوات التى ذكرت على شريحة الفضة .



شكل (10) : الوحدة المستخدمة لدراسة أثر هول على شريحة الألمنيوم والذى تم عمله فى المختبر لاستخدام المغناطيس الطبيعى والكهربى عليه ويمكن استخدامها لعناصر معدنية مختلفة باستبدال شريحة الألمنيوم بشريحة معدنية أخرى .

ثانيا : شريحة الألمنيوم ذو الثلاثة الأطراف

أ ـ اعداد الشريحة :

يتم اعداد الشريحة (من الألمنيوم الرفيع جدا) تبعا للرسم المرفق والأبعاد المذكورة .

ب ـ توصيل الدائرة وطريقة وضع الشريحة :

نفك جميع مسامير التوصيل من القاعدة وأبعاد القطع المعدنيـــة الموصلة الى الخارج حتى تصبح القاعدة خالية تماما وجاهزة لوضـــع الشريحة المعدنية الموصلة التى أعدت طبقا للخطوة (أ) . من شريحة البلاستيك الموجودة تقطع قطعتين 90 mm x 130 mm ثم نضع قطعة على قاعدة الجهاز الخالية لعزل النصف الأسفل من المغناطيس . نضع الشريحة المعدنية الموصلة طبقا للشكل (12) ثم نثبت القـــطع المعدنية الموصلة على اطرافها بدقة وعناية طبقا للشكل (12) أيضـا والشكل (13) الصورة الفوتوغرافية ثم نضع قطعة البلاستيك الثانية فـوق الشريحة الألمنيوم لتغطيتها بعناية ومن الممكن أن نضع قطعة مـــن الورق اللاصق على طرف شريحة البلاستيك لتثبيتها جيدا . نثبـــت الملف المغناطيسى والنصف العلوى من المغناطيس على القاعدة جيـدا بحيث ينطبق النصف العلوى مع النصف السفلى تماما شكل (14) الصورة الفوتوغرافية . نصل الدائرة كما فى شكل (12) ثم نعاير الجلفانومتـر القذفى على الصفر ثم نقفل المفتاح K وكذلك نقفل المفتاح K_3 ليمـر التيار 5 Amp. فى الشريحة وعن طريق المقاومة R_1 نرجع البقعـــة المضيئة فى الجلفانومتر الى الصفر . نقفل المفتاح K_2 ليمر تيـــار المغناطيس 2 Amp. فى الملف ونقرأ الانحراف للجلفانومتر θ_1 ونسجل

القراءة ثم نعكس التيار للمغنطيس ونقرأ الانحراف θ_2 . نعيد التجربة عدة مرات مع أننا نأخذ متوسط قراءة الجلفانومتر القذفى ثم بعد ذلك نقوم بفتح المفاتيح K_1 , K_2 , K_3 .

الأجهزة والأدوات المستخدمة :

أ ـ جهاز شريحة الألمنيوم ذو الثلاثة الأطراف وقد حصل عليه من شركة Griffin ويتركب من ملف مغناطيسى عدد لفاته 400 وسمك السلك المستخدم 4 mm ويتحمل تيار من 1 - 5 Amps

ب ـ شريحة الألمنيوم ذو الثلاثة الأطراف موضوعة بحيث تكون فى قلب الملف المغناطيسى ويتصل الطرفين المتجاورين بالمقاومة المتغيرة ذو ثلاثة أطراف بحيث يتصل الطرف الثالث من أطراف المقاومة بالجلفانومتر القذفى . اما الطرف الثالث من اطراف الشريحة للألمنيوم فيتصل بالقطب الثانى من الجلفانومتر القذفى .

جـ ـ مصدر للتيار (نفس المصدر المستخدم على شريحة الفضة والالمنيوم المستطيلتين والموضح فى شكل (9) .

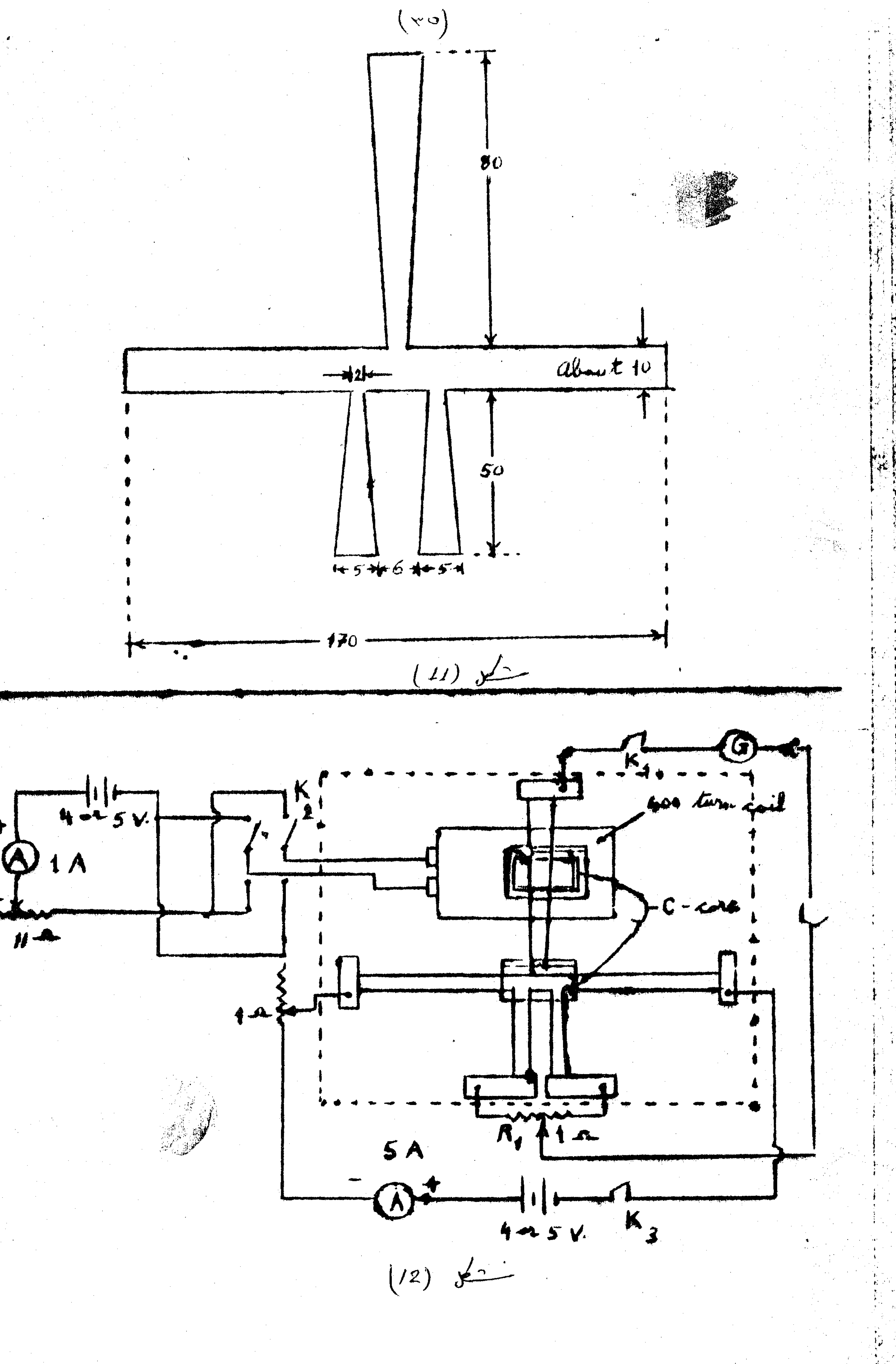
د ـ مقاومتين موصلتين على التوازى متصلة بمصدر التيار للتحكم فى شدة التيار قيمة كل واحدة منهما 1.7 ohm .

هـ ـ مصدر للتيار يغذى المغنطيس الكهربى من 1 - 5 Amps

و ـ مقياس للتيار عدد (2) .

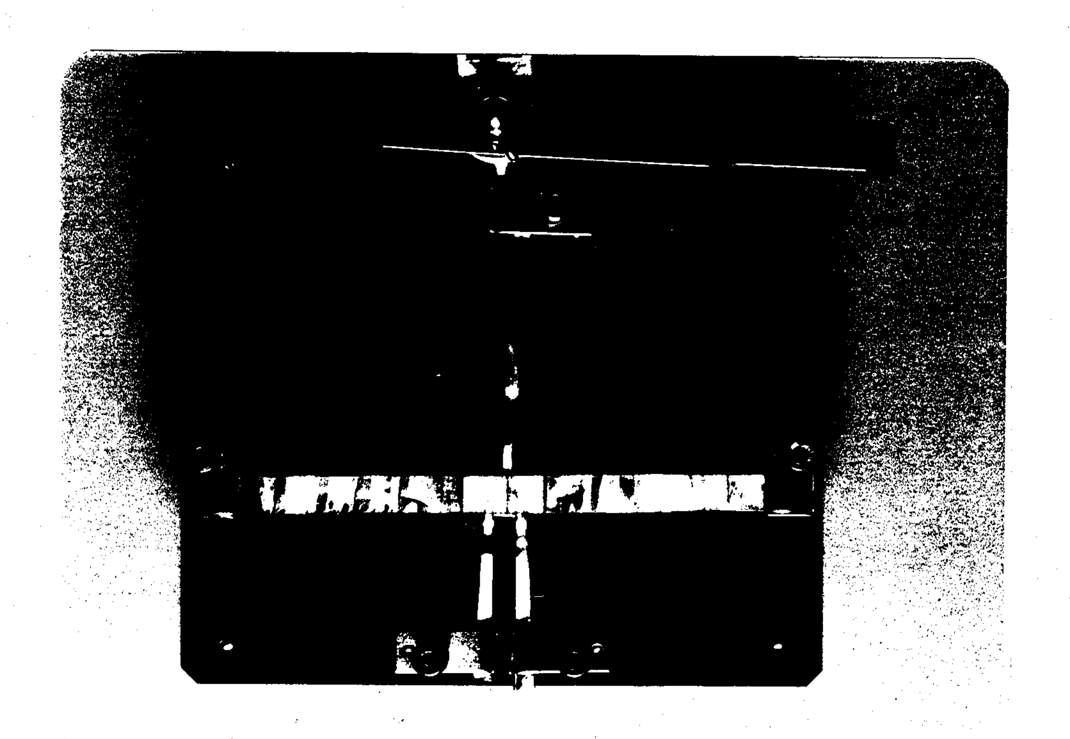
(١) يقيس من 1 - 3 Amps. يوصل على التوالى بين مغذى تيار الشريحة والشريحة نفسها .

(٢) يقيس من 1 - 15 Amps ويوصل على التوالى مع المغناطيس الكهربى .

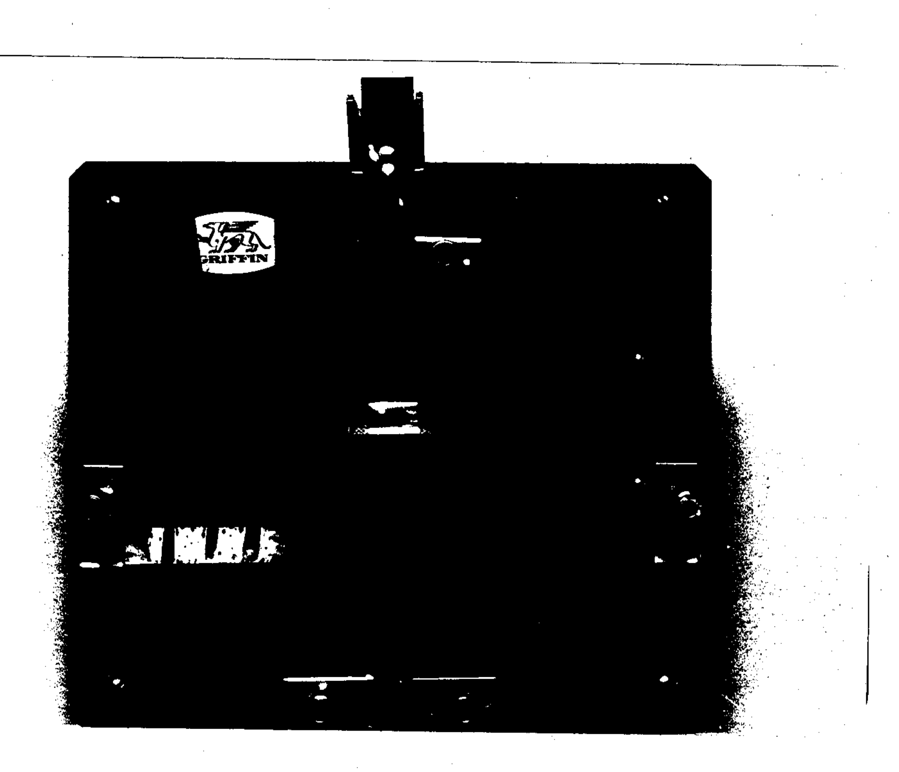

80
About 10
2
50
5
6
5
170
K1
G
400 turn coil
C - core
K2
4 Ω 5 V.
1 A
11 Ω
1 Ω
R1
1 Ω
5 A
4 Ω 5 V.
K3

شكل (11)

شكل (12)



شكل 13 : شريحة الألمنيوم ذو الثلاثة الأطراف مقصوصة وموضوعة على الجهاز الخاصة بها .



شكل 14 : الشريحة وتقع فى قلب المغناطيس الكهربى كما هو واضح

" الفصـــــــل الرابــــــع "

" الفصـــــل الرابـــــع "

تمهيـــــد :

فى هـذا الباب دونت النتائـج التى حصلنـا عليها فى كل من الشرائح التاليـــــة :

أ ـ شريحـة الجرمانيوم

ب ـ شريحـة الفضـة

حـ ـ شريحة الالمنيوم ذو الثلاث الاطراف

كما أرفقت مع النتائج الرسومات البيانيـة اللازمة والتعليقات عليهـــا ونظرا لاننـى لم استطيع الحصـول علـى نتائج مرضيـة على شريحـــــة الالمنيوم ذات الشكل المستطيل لذلك لم أرفق لهـا أى نتائج كذلك فـى بدايـة هـذا الفصل تجد النتائج التى حصلنا عليها لثابت هول لثلاث المواد وكذلك كثافة الالكترونات .

جدول يوضح ثابت هول وكثافة الالكترونات التى أخذت فى المعمل

كثافة الالكترونات N	ثابت هول R_H	اسم الشريحة
0.31×10^{29}	0.020×10^{-8}	فضة
0.4194608×10^{24}	1.49×10^{-5}	جرمانيوم
0.31×10^{29}	0.020×10^{-8}	المنيوم

ثابت هول لبعض العناصر التى حصل عليها هول

ثابت هول بالوحدات SI	ثابت هول بالوحدات CGs	اسم العنصر
0.01×10^{-8}	1.0×10^{-24}	فضة
0.01135×10^{-8}	1.136×10^{-24}	المنيوم

النتائج المعملية التى أخذت على شريحة الجرمانيوم بواسطة المغنطيس الطبيعى

I التيار المار على الشريحة Amp.	θ الانحراف فى الجلفانومتر	$V_H = \frac{\theta}{240} \times 14$ Volts	$R_H = \frac{m^3}{c}$
0.2×10^{-3}	$2,3 \times 10^{-2}$	1.34×10^{-5}	1.46×10^{-5}
0.4	4.3×10^{-2}	2.50×10^{-5}	1.37×10^{-5}
0.6	6.8×10^{-2}	3.966×10^{-5}	1.44×10^{-5}
0.8	9×10^{-2}	5.24×10^{-5}	1.43×10^{-5}
1	11×10^{-2}	5.41×10^{-5}	1.40×10^{-5}
1.5	18.5×10^{-2}	10.7×10^{-5}	1.57×10^{-5}
2	24×10^{-2}	13.9×10^{-5}	1.52×10^{-5}
2.5	31×10^{-2}	18.08×10^{-5}	1.65×10^{-5}
3	37×10^{-2}	21.58×10^{-5}	1.57×10^{-5}
3.4	41×10^{-2}	23.91×10^{-5}	1.49×10^{-5}
4	48×10^{-2}	27.9×10^{-5}	1.42×10^{-5}

القوانين المستخدمة لايجـــاد N, R_H

$$R_H = \frac{V_H}{I} \frac{t}{B}$$

$t = 1.36 \times 10^{-5}$ سمك الشريحـــة

$B = 0.62 \times 10^{3}$ Gause الفيـــض

$= 62 \times 10^{-3}$ T

$V_H =$ (Volt) جهـد هـول

$I =$ (Amp) التيار المار فى الشريحة

التيار المار فى الشريحة

كثافة الالكترونات $n = \frac{1}{R_{He}}$

$R_H = \frac{m^3}{c}$ ثابت هول متر٣ /كولوم

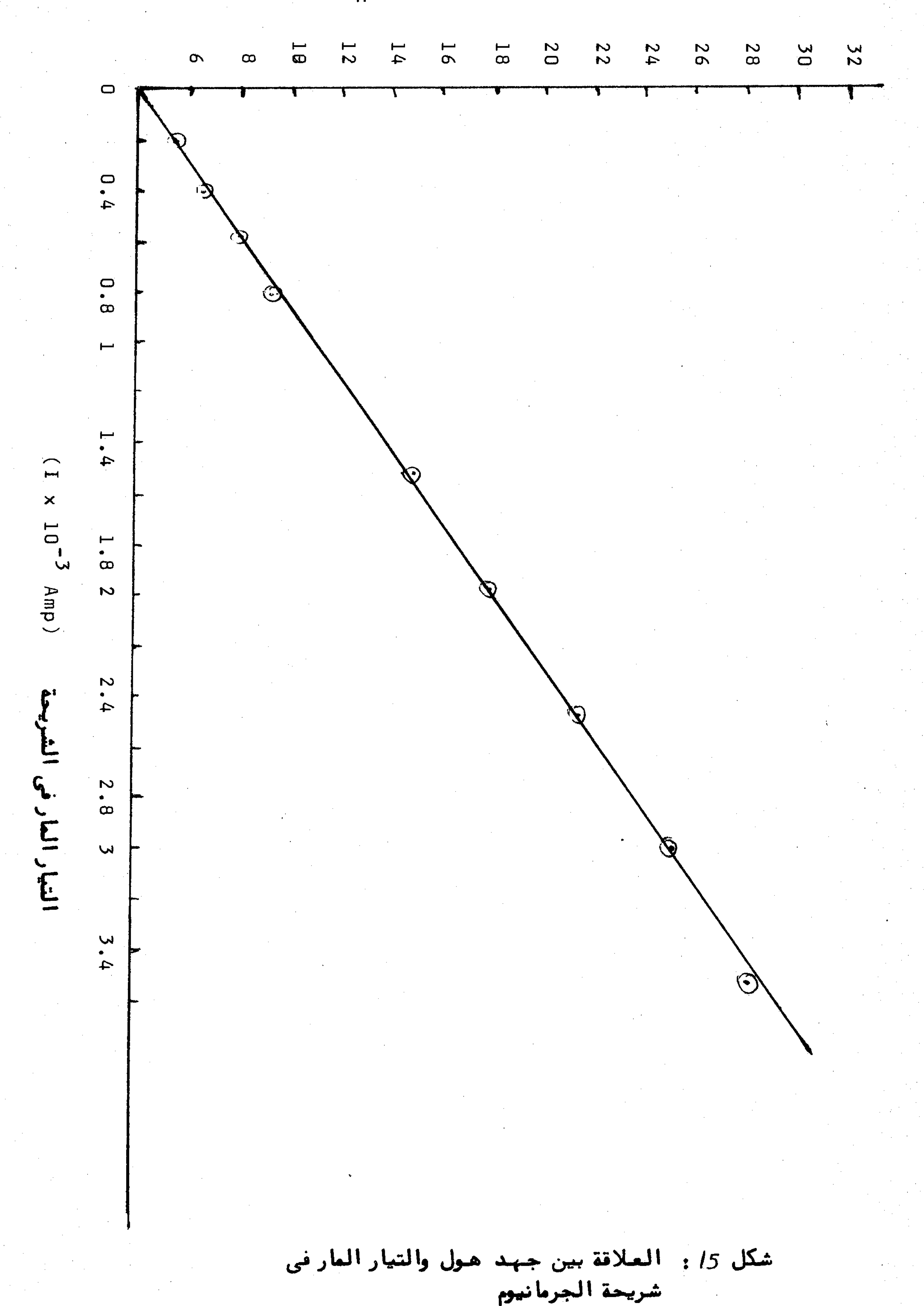
$R_H = 1.49 \times 10^{-5}$

$e = 1.6 \times 10^{-19}$ شحن الالكترون

$$n = \frac{1}{1.49 \times 10^{-5} \times 1.6 \times 10^{-19}}$$

$n = 0.41946081 \times 10^{24}$

$(V_H \times 10^{-5}$ volts) **جهد هول**



شكل 15 : العلاقة بين جهد هول والتيار المار فى شريحة الجرمانيوم

ملحوظات عامة :

عند رسم العلاقة بين V_H جهد هول بالفولت والتيار المار فـــــي الشريحة I mAmp. وجدنا مايلى :

(١) العلاقة تمثل فى جميع النتائج خط مستقيم وهذا يدلنا على أن العلاقة بين شدة التيار المار فى الشريحة ، V_H علاقة طردية .

(٢) ينصح بعدم زيادة التيار على الشريحة عن 30 mA. .

(٣) ثابت هول لشريحة الجرمانيوم حوالى

$$R_H = 1.49 \times 10^{-5} \frac{m^3}{c}$$

(٤) كثافة الالكترونات كانت

$$N = 0.41946087 \times 10^{24}$$

(٥) درجة حرارة الغرفة اثناء التجربة $28^{o}m$.

النتائج المعملية التى أخذت على شريحة الفضة حيث التيار على الملف المغناطيسى ثابت وتيار الشريحة متغير (الفضة رقم 1)

B = 2.2 k gauss

I التيار المار الشريحة Amp.	θ الانحراف فـى الجلفانومتر m	$V_H = \frac{\theta}{24} \times 14$ Volts	$R_H = \frac{m^3}{c}$ متر٣ /كولوم
5	0.1×10^{-2}	0.058×10^{-5}	0.010848×10^{-8}
8	0.2×10^{-2}	0.116×10^{-5}	0.012×10^{-8}
11	0.25×10^{-2}	0.145×10^{-5}	0.011×10^{-8}
14	0.35×10^{-2}	0.241×10^{-5}	0.012×10^{-8}
15	0.4×10^{-2}	0.23×10^{-5}	0.013×10^{-8}

ثابت بلانك هول حوالـــى 0.02×10^{-8}

$= 2.0 \times 10^{-10}$

$$R_H = \frac{V_H\, t}{I\, B}$$

V_H = (Volt) جهد هـول

$t = 1.94 \times 10^{-3}$ سمك الشريحة

I = (Amp) التيار المار فى الشريحة

$B = 22 \times 10^{-2}$ T الفيض المغناطيسى

كثافة الالكترونات فى هذه الحالة

$$n = \frac{1}{R_H e}$$

$e = 1.6 \times 10^{-19}$

$R_H = 0.0566 \times 10^{-8}$

$$n = \frac{1}{2.0 \times 10^{-10} \times 1.6 \times 10^{-19}} = 0.31 \times 10^{29}$$

النتائج المعملية التى أخذت على شريحة الفضة حيث التيار على الملف المغناطيسى ثابت والتيار على الشريحة متغير $B = 3.4$ Kg.

التيار على الشريحة I Amp	الانحراف فى الجلفانومتر θ m	$V_H = \frac{\theta}{24} \times 14$	$R_H = \frac{m^3}{c}$ متر ٣ /كولوم
5	0.28×10^{-2}	0.163×10^{-5}	0.018×10^{-8}
8	0.3×10^{-2}	0.174×10^{-5}	0.012×10^{-8}
10	0.4×10^{-2}	0.23×10^{-5}	0.013×10^{-8}
11	0.5×10^{-2}	0.29×10^{-5}	0.015×10^{-8}
12	0.58×10^{-2}	0.338×10^{-5}	0.016×10^{-8}
13	0.6×10^{-2}	0.34×10^{-5}	0.014×10^{-8}
14	0.6×10^{-2}	0.34×10^{-5}	0.14×10^{-8}
15	0.7×10^{-2}	0.408×10^{-5}	0.15×10^{-8}

$$R_H = 0.02 \times 10^{-8} = 2 \times 10^{10}$$

$$B = 3.4 \text{ Kg}$$

$$= 34 \times 10^{-2} \text{ T}$$

$$N = \frac{1}{RHe}$$

$$= \frac{1}{2 \times 10^{-10} \times 1.6 \times 10^{-19}}$$

$$N = 0.31 \times 10^{29}$$

النتائج المعملية التى أخذت على شريحة الفضة حيث التيار على المغنطيس ثابت
والتيار على شريحة الفضة متغير رقم (2)

I التيار المار على الشريحة Amp	θ الانحراف فــى الجلفانومتر m	$V_H = \frac{0}{24} \times 14$ volts	$R_H = \frac{m^3}{c}$ متر /كولوم
5	0.3×10^{-2}	0.17×10^{-5}	0.01696×10^{-8}
8	0.5×10^{-2}	0.29×10^{-5}	0.01767×10^{-8}
11	0.7×10^{-2}	0.40×10^{-5}	0.02167×10^{-8}
14	0.9×10^{-2}	0.52×10^{-5}	0.01818×10^{-8}
15	1×10^{-2}	0.58×10^{-5}	0.0188×10^{-8}

$$R_H = 0.02 \times 10^{-8} \times 10^{-8} \; \frac{m^3}{c}$$

$$= 2 \times 10^{10}$$

$t = 1.94 \times 10^{-5}$ m

$B = 0.4 \quad T = 40 \times 0^{-2}$ T

$n = \frac{1}{Re} \qquad e = 1.6 \times 10^{-19}$

$$n = \frac{1}{2 \times 10^{-10} \times 1.6 \times 10^{-18}} = 0.31 \times 10^{29}$$

النتائج المعملية التى أخذت على شريحة الفضة حيث التيار على الملف المغناطيسى ثابت والتيار على الشريحة متغير

$B = 5.8\ Kg$

I التيار على الشريحة Amp	θ الانحراف فى الجلفانومتر m	$V_H = \frac{\theta}{24} \times 14$	$R_H = \frac{m^3}{c}$ متر٣/كولوم
5	0.5×10^{-2}	0.2916×10^{-5}	0.019×10^{-8}
8	0.8×10^{-2}	0.46×10^{-5}	0.030×10^{-8}
11	1.1×10^{-2}	0.64×10^{-5}	0.019×10^{-8}
14	1.5×10^{-2}	0.87×10^{-5}	0.02×10^{-8}
15	1.6×10^{-2}	0.93×10^{-5}	0.02×10^{-8}

$$R_H = 0.02 \times 10^{-8}$$

$$R_{H_s} \frac{V_H\ t}{I\ B} \qquad R = 2 \times 10^{-10}$$

$V_H = (\text{ volts })$ جهـد هـــول

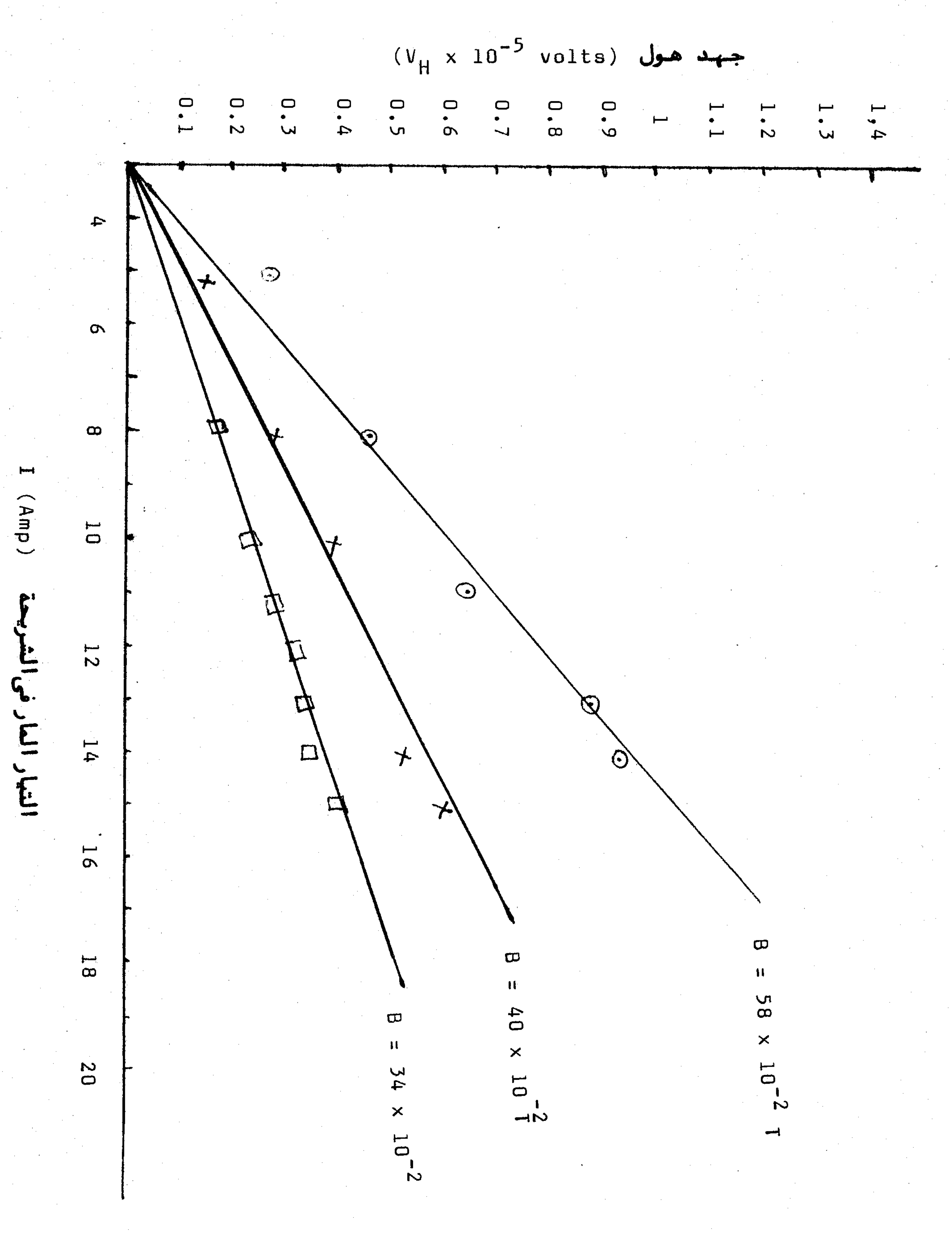
$t = 1.94 \times 10^{-5}$ سمك الشريحة

$I = \text{Amp}$ التيار المار فى الشريحة

$B = 58 \times 10^{-2}\ T$ الفيض المغناطيسى

$$n = \frac{1}{R_H e}$$

$$= \frac{1}{0.02 \times 10^{-8} \times 1.6 \times 10^{-19}} = 31.25 \times 10^{+27}$$



شكل 16 : العلاقة بين جهد هول والتيار المار فى الشريحة لقيم مختلفة للفيض المغنطيسى .

التعليق على النتائج :

من رسم العلاقة بين التيار المار فى الشريحة وجهد هول عند قيم مختلفة للفيض المغناطيسى نجد مايلى :

(١) كانت النتائج مترديه عندما كان شدة التيار على المغناطيس الكهربى ضعيف أى B أقل من $B = 22 \times 10^{-2}$ T

(٢) النتائج كانت سليمة وممتازة عندما كان الفيض المغناطيسى أكبر من القيم السابقة حيث أعطتنا النتائج خط مستقيم وظهر من هذا الخط فرض هول (كلما زاد التيار زاد فرق جهد هول) لذا يجب أن يكون قيمة التيار المار فى الشريحة اكبر من 5 Amps. حيث أنه عند استخدام تيار أصغر من ذلك لم يظهر أى انحراف ملحوظ فى الجلفانومتر ولذلك يجب استخدام قيم كبيرة للتيار المار فى الشريحة .

(٣) ثابت هول فى النتائج حوالى

$R_H = 2 \times 10^{-10}$ m^3/c متر٣/كولوم

(٤) كثافة الالكترونات

0.31×10^{29} $\frac{1}{m^3}$

النتائج المعملية التى أخذت على شريحة الفضة عند تثبيت التيار المار فى الشريحة على 5 Amps. وتغيير قيم الفيض المغناطيسى .

الفيض المغناطيسى T	الانحراف فى الجلفانومتر θ m متر	$V_H = \frac{\theta}{24} \times 14$ Volt	$R_H = \frac{m^3}{c}$ متر٣ /كولوم
22×10^{-2}	0.2×10^{-2}	0.116×10^{-5}	0.020×10^{-8}
38×10^{-2}	0.3×10^{-2}	0.174×10^{-5}	0.017×10^{-8}
48×10^{-2}	0.45×10^{-2}	0.262×10^{-5}	0.02×10^{-8}
52×10^{-2}	0.5×10^{-2}	0.291×10^{-5}	0.02×10^{-8}
55×10^{-2}	0.6×10^{-2}	0.349×10^{-5}	0.02×10^{-8}

$$R_H = \frac{V_H}{I} \frac{t}{B}$$

$R_H = 0.02 \times 10^{-8} \frac{m^3}{c}$ متر٣ /كولوم

$t = 1.94 \times 10^{-5}$ m سمك الشريحة

$I = 5$ Amp التيار الثابت على الشريحة

$V_H =$ (Volts) جهد هول

$B =$ Tesla الفيض المغناطيسى متغير

$$N = \frac{1}{R_{He}}$$

$$N = \frac{1}{0.02 \times 10^{-8} \times 1.6 \times 10^{-19}} = 31.25 \times 10^{27} \quad \frac{1}{m^3}$$

$$0.31 \times 10^{29}$$

النتائج المعملية التى أخذت على شريحة الفضة حيث ثبتنا التيار المار فـــــى الشريحة على 10 Amps وغيرنا الفيض المغناطيسى

الفيض المغناطيسى Tesla	θ الانحراف فى الجلفانومتر بالمتر m	$V_H = \frac{\theta}{} \times 14$ Volts بالفولت	$R_H = \frac{m^3}{c}$ متر٣ /كولوم
22×10^{-2}	0.3×10^{-2}	0.174×10^{-5}	0.015×10^{-8}
38×10^{-2}	0.6×10^{-2}	0.349×10^{-5}	0.017×10^{-8}
48×10^{-2}	0.85×10^{-2}	0.495×10^{-5}	0.02×10^{-8}
52×10^{-2}	0.9×10^{-2}	0.524×10^{-5}	0.019×10^{-8}
55×10^{-2}	0.1×10^{-2}	0.641×10^{-5}	0.02×10^{-8}

$$R_H = 0.02 \times 10^{-8} \ \frac{m^3}{c}$$ متر٣ /كولوم

$$N = \frac{1}{R_H e} = \frac{1}{0.02 \times 10^{-8} \times 1.6 \times 10^{-19}}$$

$$= 31.25 \times 10^{29}$$

$$0.31 \times 10^{29} \ m^{-3}$$

النتائج المعملية التى أخذت على شريحة الفضة عند تثبيت التيار المار فى الشريحة على15 أمبير وتغيير الفيض المغناطيسى B

متر٣ /كولوم $R_H = \frac{m^3}{c}$	$V_H = \frac{\theta}{24} \times 14$ بالفولت Volts	الانحراف فى الجلفانومتر بالمتر θ m	الفيض المغناطيسى بالتسلا Tesla
0.015×10^{-8}	0.14583×10^{-5}	0.25×10^{-2}	12×10^{-2}
0.017×10^{-8}	0.2916×10^{-5}	0.5×10^{-2}	22×10^{-2}
0.018×10^{-8}	0.46×10^{-5}	0.8×10^{-2}	32×10^{-2}
0.018×10^{-8}	0.49×10^{-5}	0.85×10^{-2}	34×10^{-2}
0.018×10^{-8}	0.46×10^{-5}	0.8×10^{-2}	38×10^{-2}
0.015×10^{-8}	0.58×10^{-5}	1.0×10^{-2}	4×10^{-2}
0.018×10^{-8}	0.69×10^{-5}	$1,2 \times 10^{-2}$	48×10^{-2}
0.018×10^{-8}	0.758×10^{-5}	1.3×10^{-2}	52×10^{-2}
0.028×10^{-8}	0.93×10^{-5}	1.6×10^{-2}	58×10^{-2}

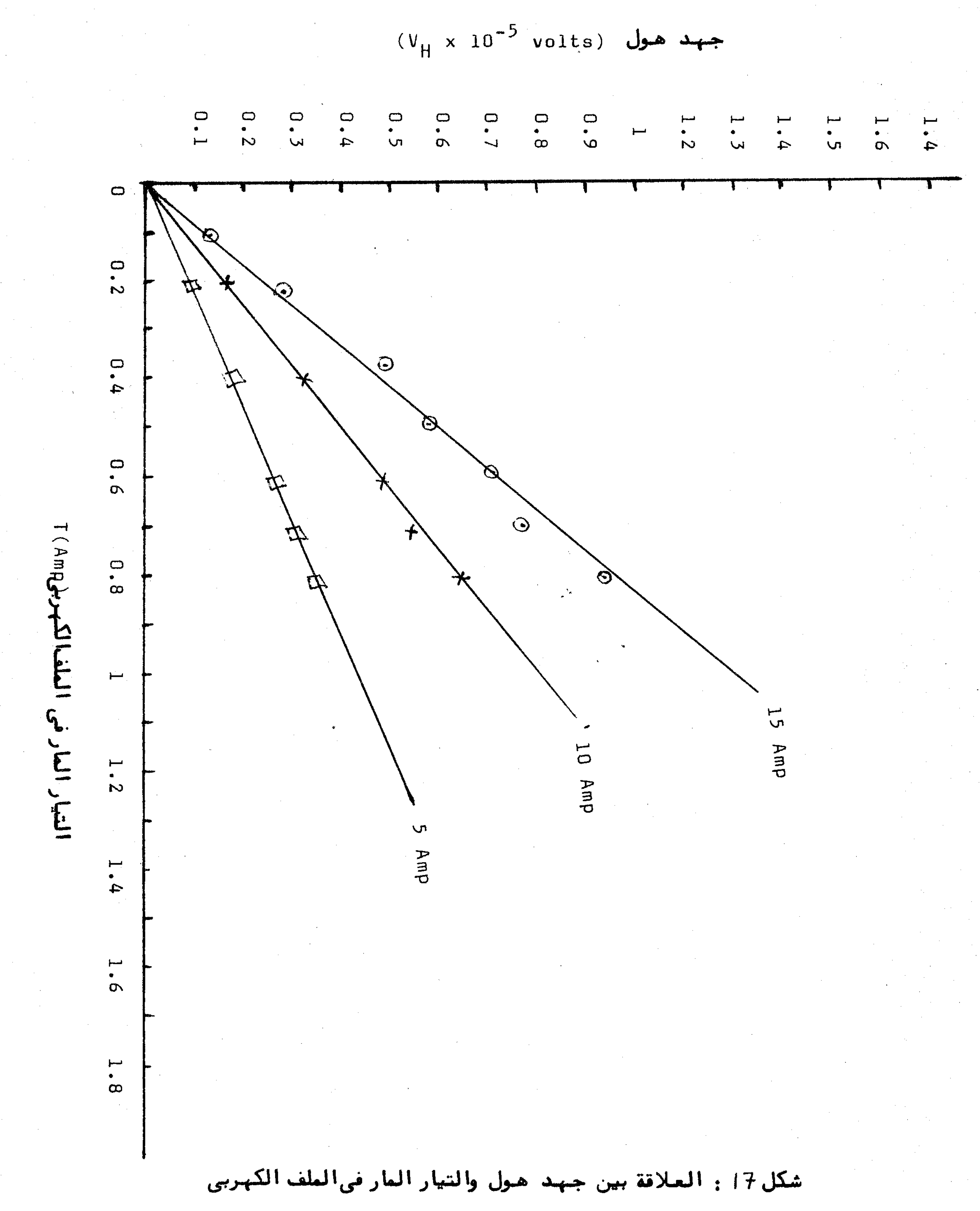
$$R_H = 0.02 \times 10^{-8} \ \frac{m^3}{c}$$

$$= 2 \times 10^{-10}$$

$$N = \frac{1}{R_{He}} = \frac{1}{0.02 \times 10^{-8} \times 1.6 \times 10^{-19}}$$

$$N = 31.722 \times 10^{+27} \ m^{-3}$$

$$= 0.31 \times 10^{-29} \ m^{-3}$$



شكل ١٧ : العلاقة بين جهد هول والتيار المار فى الملف الكهربى

التعليق على النتائج :

من رسم العلاقة بين V_H جهد هول والفيض المغناطيسى على شريحة الفضة مع تثبيت التيار المار فى الشريحة فى كل تجربة وجدنا مايلى :

(١) العلاقة فى كل النتائج تمثل خط مستقيم .

(٢) يرتفع المنحنى عند نقطة الأصل فى حالة مايكون التيار الثابت على الشريحة من 5 Amps .

(٣) يبدأ الخط المستقيم من نقطة الأصل نقطة التقاء x.y عند 15 - 8 Amps/ وهذا دليل على مايلى :

أ ـ النتائج سليمة اذا كان التيار على الشريحة من 8 - 15 Amps.

ب ـ النتائج مترديه اذا كانت النتائج من 1 - 7 Amps.

(٤) متوسط ثابت هول هو :

$$R_H = 0.0193 \times 10^{-8} \frac{m^3}{c}$$

وبالتقريب يصبح 0.02×10^{-8} $\frac{\text{متر}^{٣}}{\text{كلوم}}$

(٥) كثافة الالكترونات هى :

$$N = 3.4 \times 10^{27}$$

وبالتقريب

$$0.31 \times 10^{29} \ m^{-3}$$

نتائج التجارب المعملية التى أخذت على شريحة الألمنيوم ذو الثلاثة الاطراف
فى حالة تثبيت التيار المار فى الشريحة على 5 Amps وتغيير الفيض المغناطيسى

متر٣ /كولوم $R_H = \frac{m^3}{c}$	$V_H = \frac{\theta}{24} \times 14$ بالفولت Volts	الانحراف فى θ الجلفانومتر بالمتر m	الفيض المغناطيسى بالتسلا Tesla
0.061×10^{-8}	0.46×10^{-5}	0.8×10^{-2}	6×10^{-2}
0.028×10^{-8}	0.93×10^{-5}	1.6×10^{-2}	12×10^{-2}
0.027×10^{-8}	1.283×10^{-5}	2.2×10^{-2}	18×10^{-2}
$0.046 \times 1-^{-8}$	1.283×10^{-5}	2.2×10^{-2}	22×10^{-2}
0.036×10^{-8}	1.283×10^{-5}	2.2×10^{-2}	28×10^{-2}

ثوابت التجربة :

سمك الشريحة $t = 4 \times 10^{-5}$ m

التيار المارفى الشريحة $I = 5$ Amp

شحنة الالكترون $e = 1.6 \times 10^{-19}$ C

نتائج التجارب المعملية على شريحة الألمنيوم ذو الثلاثة الأطراف فى حالة ثبات التيار المار فى الشريحة على 10 Amp. وتغيير الفيض المغناطيسى .

متر٣ /كولوم $R_H = \frac{m^3}{c}$	$V_H = \frac{R}{24} \times 14$ Volts بالفولت	الانحراف فى الجلفانومتر بالمتر m	الفيض المغناطيسى بالتسلا Tesla
0.077×10^{-8}	1.16×10^{-5}	2×10^{-2}	6×10^{-2}
0.076×10^{-8}	2.3×10^{-5}	4×10^{-2}	12×10^{-2}
0.0648×10^{-8}	2.16×10^{-5}	5×10^{-2}	18×10^{-2}
0.053×10^{-8}	2.916×10^{-5}	5×10^{-2}	22×10^{-2}
0.0416×10^{-8}	2.916×10^{-5}	5×10^{-2}	28×10^{-2}

ثوابت التجربة :

سمك الشريحة $t = 4 \times 10^{-5}$ m

$B =$ متغير

تيار على الشريحة $I = 10$ Am;.

$e = 1.6 \times 10^{-19}$ C

التجارب المعملية التى أخذت على شريحة الألمنيوم ذو الثلاثة الأطراف عند تثبيت التيار المار فى الشريحة على .15 Amp وغيرنا الفيض المغناطيسى

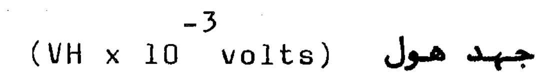
$R_H = \frac{m^3}{c}$ متر³/كولوم	$V_H = \frac{\theta}{24} \times 14$ بالفولت volts	θ الانحراف فى الجلفانومتر m	B الفيض المغناطيسى بالتسلا Tesla
0.1035×10^{-8}	2.3×10^{-5}	4×10^{-2}	6×10^{-2}
0.0647×10^{-8}	2.916×10^{-5}	5×10^{-2}	12×10^{-2}
0.0517×10^{-8}	3.49×10^{-5}	6×10^{-2}	18×10^{-2}
0.0564×10^{-8}	4.66×10^{-5}	8×10^{-2}	22×10^{-2}
0.0471×10^{-8}	4.958×10^{-5}	8.5×10^{-2}	28×10^{-12}

ثوابت التجربة :

سمك الشريحة $t = 4 \times 10^{-5}$ m

$B =$ متغير

التيار الثابت على الشريحة $I = 15$ Amp.



شكل 18 : العلاقة بين جهد هول والفيض المغناطيسي عند قيم مختلفة للتيار المار فى شريحة الالمنويم مختلفة .

التعليق على النتائج :

من رسم العلاقة بين جهد هول على محور y والفيض المغناطيسي على محور x لعدة تيارات ثابتة على الشريحة وجدنا مايلي :

(١) يكون التيار فرق جهد هول ثابتا عندما يكون التيار على الشريحة من 5 - 10 Amps/ وذلك ابتداء من النقطة التى يكون الفيض المغناطيسي $12 \times 10^{-2}T$.

(٢) تأخذ النتائج الخط المستقيم فى حالة مايكون التيار على الشريحة 15 Amps وهذا دليل على أحسن تيار يؤخذ عند 15 Amps.

(٣) متوسط ثتبت هول لجميع النتائج الثلاث السابقة هى أى عند تغير الفيض المغناطيسي وتيار الشريحة .

$$R_H = 0.02 \times 10^{-8}$$
$$= 2 \times 10^{-10}$$

(٤) متوسط كثافة الالكترونات للنتائج السابقة هى

$$N = 0.13 \times 10^{29}$$

(٥) أجريت التجارب عند درجة حرارة $27^{o}m$.

نتائج التجارب المعملية التى أخذت على شريحة الألمنيوم ذو الثلاثة الأطراف فى حالة ثبوت الفيض المغناطيسى على 8×10^{-2} T وتغيير التيار على الشريحة.

I التيار المارفى الشريحة بالأمبير Amp	θ الانحراف فى الجلفانومتر بالمتر m	$V_H = \frac{0}{24} \times 10$ بالفولت Volts	$R_H = \frac{m^3}{c}$ متر٣ /كولوم
5	1.8×10^{-2}	1.049×10^{-5}	0.104×10^{-8}
6	2×10^{-2}	1.16×10^{-5}	0.096×10^{-8}
7	2.5×10^{-2}	1.14×10^{-5}	0.10×10^{-8}
8	2.8×10^{-2}	1.63×10^{-5}	0.1018×10^{-8}
9	3×10^{-2}	1.749×10^{-5}	0.097×10^{-8}
10	4×10^{-2}	2.3×10^{-5}	0.115×10^{-8}
11	4×10^{-2}	2.3×10^{-5}	0.115×10^{-8}
12	4×10^{-2}	2.3×10^{-5}	0.115×10^{-8}

الثوابت في التجربة :

$t = 4 \times 10^{-5}$ m

$B = 0.8$ Kg

$= 8 \times 10^{-2}$ T

نتائج التجارب المعملية التى أخذت على شريحة الألمنيوم ذو الثلاثة الاطراف فى حالة تثبيت الفيض المغناطيسى على (12×10^{-2} Tesla) وتيار الشريحة متغيــــــر

I التيار المار فى الشريحة بالأمبير Amp	θ الانحراف فى الجلفانومتر بالمتر m	$V_H = \frac{\theta}{24} \times 14$ Volts بالفولت	$R_H = \frac{m^3}{c}$ متر٣ /كولوم
5	1.5×10^{-2}	0.8749×10^{-5}	0.582×10^{-8}
8	2.8×10^{-2}	1.63×10^{-5}	0.679×10^{-8}
10	3.4×10^{-2}	1.983×10^{-5}	0.660×10^{-8}
12	3.2×10^{-2}	1.983×10^{-5}	0.516×10^{-8}
14	4×10^{-2}	1.86×10^{-5}	0.554×10^{-8}
15	3.5×10^{-2}	2.33×10^{-5}	0.7128×10^{-8}

الثوابت فى التجربة :

$t = 4 \times 10^{-5}$ m

$B = 12 \times 10^{-2}$ Tesla

نتائج التجارب المعملية التى أخذت على شريحة الألمنيوم ذو الثلاثة الاطراف فى حالة تثبيت الفيض المغناطيسى على (22×10^{-2} T) وتغيير تيار الشريحة .

$R_H = \frac{m^3}{c}$ متر³/كولوم	$V_H = \frac{\theta}{42} \times 14$ بالفولت Volts	θ الانحراف فى الجلفانومتر بالمتر m	I التيار على الشريحة بالامبير Amp
0.06×10^{-8}	1.66×10^{-5}	2×10^{-2}	5
0.046×10^{-8}	2.0416×10^{-5}	3.5×10^{-2}	8
0.057×10^{-8}	3.149×10^{-5}	4.5×10^{-2}	10
0.044×10^{-8}	2.916×10^{-5}	5×10^{-2}	12
0.053×10^{-8}	4.083×10^{-5}	7×10^{-2}	14
0.056×10^{-8}	4.66×10^{-5}	8×10^{-2}	15

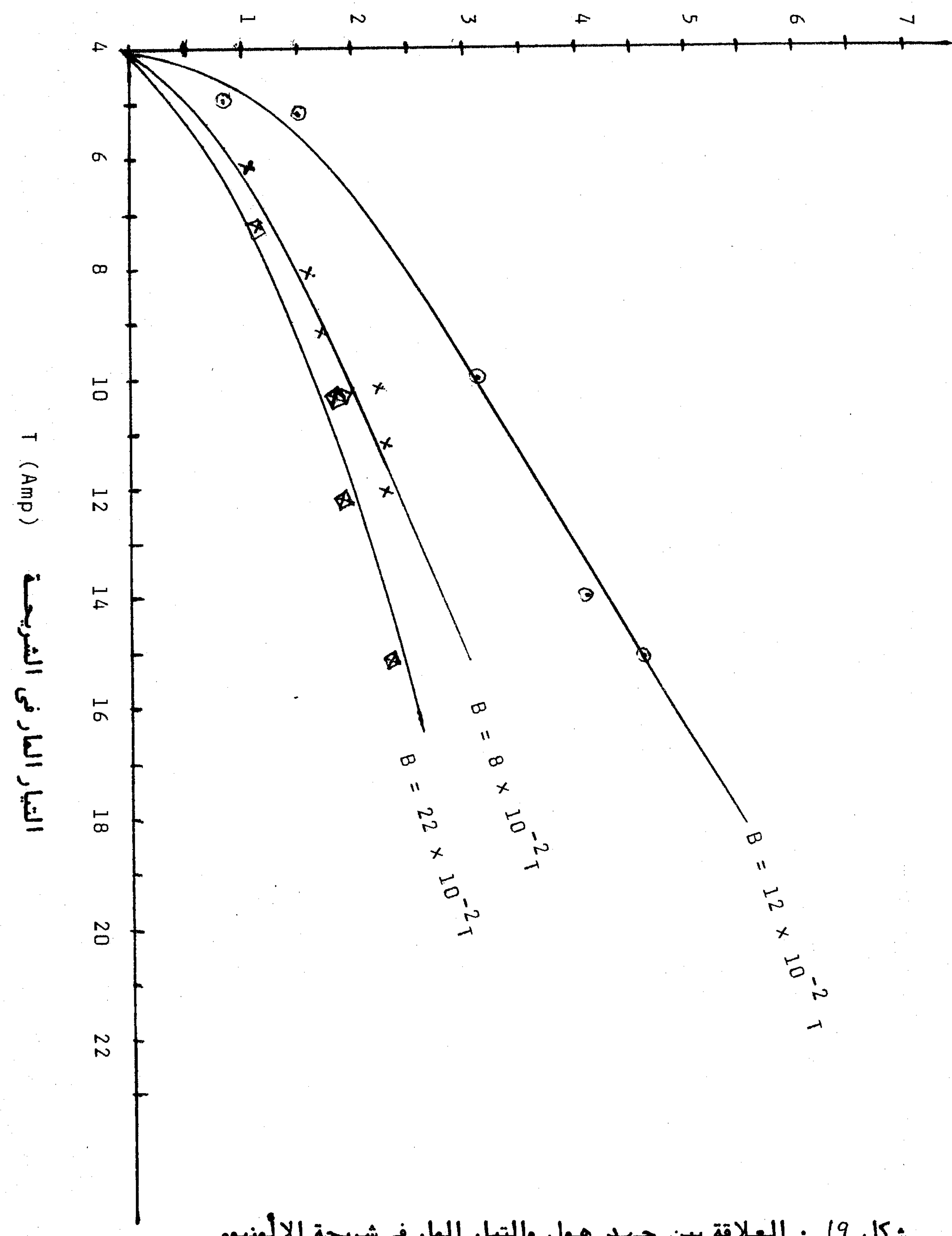
ثوابت التجربة :

$t = 4 \times 10^{-5}$ m

$B = 22 \times 10^{-2}$ T

$e = 1.6 \times 10^{-19}$ C

جهد هول ($V_H \times 10^{-5}$ volts)



شكل ١٩ : العلاقة بين جهد هول والتيار المار فى شريحة الألمنيوم ذو الثلاثة الاطراف بقيم مختلفة للفيض المغناطيسى .

التعليق على النتائج :

من رسم العلاقة بين فرق جهد هول والتيار المار فى الشريحة عند ثبات الفيض المغناطيسى عند عدة قراءات اتضح مايلى :

(١) جميع العلاقات تمثل خط مستقيم .

(٢) أنسب خط الى عدم التشتت هو عند الفيض المغناطيسى

$$B = 22 \times 10^{-2} \ T$$

(٣) يتضح أنه كلما زاد الفيض المغناطيسى كلما قل التشتت وظهر ثابت هول واضحا والعلاقة الطردية التى تربط جهد هول بالتيار على شكل خط مستقيم .

لذا يفضل استخدام تيار عالى يمر فى الشريحة مع وجود مجال مغناطيسى قوى قيمته أعلى من 22×10^{-2} Tesla

(٤) القراءات التى أخذت عند

$$B = 8 \times 10^{-2} \ \text{Tesla}$$

$$B = 12 \times 10^{-2} \ \text{Resla}$$

غير دقيقة وتعتبر القراءة عند

$$B = 22 \times 10^{-2} \ \text{Tesla}$$

أقرب الى الدقة ومنه نأخذ متوسط قيمة ثابت هول ويكون

$$R_H = 0.27 \times 10^{-8} \ \frac{m^3}{c}$$

$$N = 0.13 \times 10^{29} \ m^{-3}$$

" الختـــــــام "

اذا كان لى كلمة ختام فى هذا البحث هى أننى قمت ببعـــــض التجارب المعملية فمنها مانجح وأعطى نتائج بعون الله تعالـــى ومنها ما أخفق ومن بين التجارب التى نجحت تجربة الجرمانيـــوم وقد أوردت نتائجها وكذلك شريحة الفضة وأوردت نتائجها وكذلـــك شريحة الألمنيوم ذو الثلاثة أطراف وأوردت نتائجهـا وأما التجارب التى أخفقت فيها فهى تجربة الألمنيوم على شكل مستطيل وأننى أومـــن بأن الاخفاض هو السبيل الى النجاح ونظرا لضيق الوقت ولانتهـــاء العام الدراسى ١٤٠١/١٤٠٢هـ ولم أتمكن من الحصول عن سبب الاخفاق فاننى أترك هذا البحث بعد أن دونت جميع الأشياء التى يجب استخدامها والاحتياطات اللازمة لكل تجربة للدراسة فى السنوات المقبلة والله ولى التوفيق .،،،

غرم الله الغامـــدى

قائمـــة المراجع والمصـادر

أ ـ المراجع العربيـة :

(١) دكتور منصور محمد حسب النبى ـ الكهربية والغناطيسية لطلاب الجامعات والمعاهد العليا ـ مكتبة النهضة المصرية لأصحابها محمد وأولاده ٩ شارع عدلى باشا ـ القاهرة ـ الطبعة الثالثة ١٩٧٩ م ٠

(٢) د .ف. وسيروز ـ ترجمة دكتور محمد النادى ، د . عادل أبو المجد ـ الكهربية والمغنطيسية ـ دار النهضة العربية ـ ٣٢ شارع عبد الخالق ثروت ـ القاهرة ـ الطبعة الأولى ١٩٧٠ م ٠

(٣) د . شارلز كيتل ـ ترجمة د . يوسف ليتو يوسف ، د . محمد شحاته فرج ـ المبادىء الأساسية فى فيزياء الجامعات ـ الناشر مكتبة النهضة المصرية ـ ٩ شارع عدلى ـ القاهرة ـ الطبعة الأولـــى عام ١٩٦٨ م ٠

ب ـ المراجـع الانجليزية :

(1) G. KITTEL (Introduction to Solid State Physics, John Wiley & Sons, New York, Chichester. Brusbane, Toronto.

(2) Quantum Theory of Molecules and Solids, Insulators Semiconductors and Metals.